

(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
29. November 2007 (29.11.2007)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2007/134897 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
F01N 3/022 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2007/052847

(22) Internationales Anmeldedatum:
26. März 2007 (26.03.2007)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2006 024 076.6 23. Mai 2006 (23.05.2006) DE
10 2006 026 161.5 6. Juni 2006 (06.06.2006) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): **ROBERT BOSCH GMBH** [DE/DE]; Postfach 30 02
20, 70442 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **KOMORI, Teruo**
[JP/DE]; Arnoldstr. 92, 70378 Stuttgart (DE). **THUENER,**

Lars [DE/DE]; Hasenbergstr. 39 A, 70176 Stuttgart (DE).
HUELSMEIER, Dominik [DE/DE]; Rotebuehlstr. 177,
70197 Stuttgart (DE). **SCHILLER, Christian** [DE/DE];
Frankenstr. 39, 71272 Renningen (DE). **HOEFFKEN,**
Tobias [DE/DE]; Pflugweg 7, 70192 Stuttgart (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: **ROBERT BOSCH GMBH;**
Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

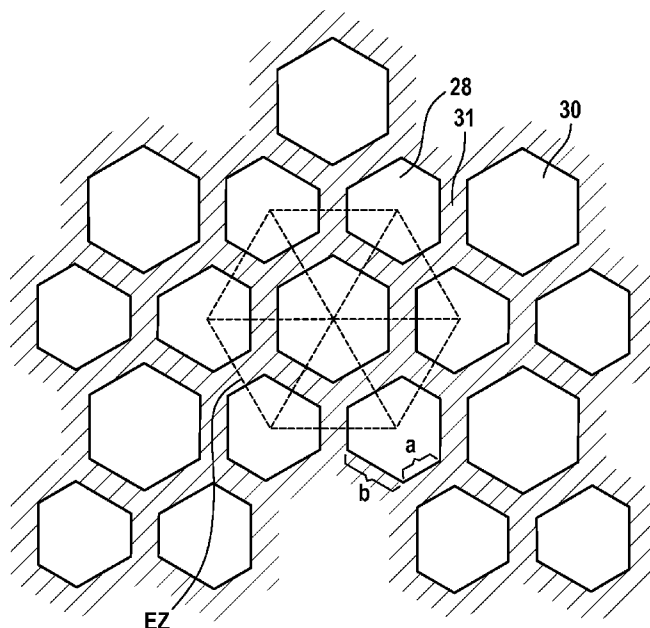
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA,
CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES,
FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN,
IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR,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

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: FILTER DEVICE, ESPECIALLY FOR AN EXHAUST SYSTEM OF AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(54) Bezeichnung: FILTEREINRICHTUNG, INSBESONDERE FÜR EIN ABGASSYSTEM EINER BRENNKRAFTMA-
SCHINE



(57) Abstract: The invention relates to filter elements (18) for soot particle filters, provided with cross-sectional dimensions which enable the filter element (18) to be loaded with soot in a uniform manner. Hexagonal cell shapes make up the core of the cross-section, which is then surrounded by other polygonal structures. All of the cross-sectional dimensions are designed such that the cross-sectional surface of all of the inlet channels is larger than the cross-sectional surface of all of the outlet channels.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2007/134897 A1



GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) Zusammenfassung: Es werden Querschnittsgeometrien von Filterelementen (18) für Rußpartikelfilter vorgeschlagen, die eine gleichmäßige Beladung des Filterelements (18) mit Ruß ermöglichen. Ausgehend von sechseckigen Zellenformen werden umgebend weitere Polygone angeordnet. Allen Querschnittsgeometrien ist gemeinsam, dass die Querschnittsfläche aller Eintrittskanäle grösser als die Querschnittsfläche aller Austrittskanäle ist.

R.314870-1

1

11.05.2006
06072276L/THE/JMR

5 Beschreibung

Titel

10 Filtereinrichtung, insbesondere für ein Abgassystem einer Brennkraftmaschine

Stand der Technik

- 15 Die Erfindung betrifft ein Filterelement, insbesondere für ein Abgassystem einer Brennkraftmaschine, nach dem Oberbegriff der Ansprüche 1 und 3 sowie einen Rußfilter mit einem Filterelement nach dem nebengeordneten Anspruch 18.

20 Aus der EP 1 502 640 A1 ist ein Filterelement bekannt mit einer Eintrittsfläche und mit einer Austrittsfläche, mit einer Vielzahl von Eintrittskanälen und mit einer Vielzahl von Austrittskanälen bekannt, wobei die Eintrittskanäle einen sechseckförmigen Querschnitt und die Austrittskanäle einen quadratischen oder rautenförmigen Querschnitt aufweisen, und wobei die Eintrittskanäle und die Austrittskanäle durch eine Filterwand aus einem offenporigen Material getrennt sind.

25 Die Filterelemente bestehen häufig aus einem keramischen Werkstoff und werden in der Regel durch Extrudieren hergestellt. Dies bedeutet, dass der Rohling des Filterelements ein prismatischer Körper mit einer Vielzahl von parallel zueinander verlaufenden Kanälen ist. Die Kanäle eines Rohlings sind zunächst an beiden Enden offen.

30 Damit das zu reinigende Abgas durch die Wände des Filters strömt, wird ein Teil der Kanäle am hinteren Ende des Filterelements verschlossen, während ein anderer Teil der Kanäle am vorderen Ende des Filterelements verschlossen wird. Dadurch werden zwei Gruppen von Kanälen gebildet,

R.314870-1

2

nämlich die sogenannten Eintrittskanäle, welche am hinteren Ende verschlossen sind, und die sogenannten Austrittskanäle, welche am Anfang des Filterelements verschlossen sind.

Zwischen den Eintrittskanälen und den Austrittskanälen besteht ausschließlich über die porösen
5 Wände des Filterelements (nachfolgend Filterwände) eine Strömungsverbindung, so dass das Abgas das Filterelement nur durchströmen kann, indem es aus den Eintrittskanälen durch die Wände des Filterelements hindurch in die Austrittskanäle strömt.

Bei dem bekannten Filterelement lagern sich mit der Zeit an der stromaufwärts gelegenen
10 Oberfläche der Filterwand Rußpartikel ab. Diese Rußpartikel führen zu einer Verringerung der Durchlässigkeit der Filterwand und in Folge dessen zu einer Erhöhung des Druckabfalls, der beim Durchtritt des Gasstroms durch die Filterwand auftritt. Entsprechend erhöht sich der sogenannte "Abgasgegendruck". Überschreitet dieser einen bestimmten Wert, wird der Filter regeneriert, indem die abgeschiedenen Rußpartikel verbrannt werden. Dabei wird Wärme freigesetzt, was zu
15 einer Temperaturerhöhung im Filterelement führt.

Je größer die Filterfläche des Wabenkörpers ist, desto längere Regenerationsintervalle werden möglich. Wabenkörper mit hoher Zelldichte, das heißt mit kleinen Kanaldurchmessern, weisen eine hohe volumenspezifische Filterfläche auf. Allerdings dürfen die Kanäle auf der Eintrittsseite
20 nicht zu klein werden, da sonst eine Verblockung der Kanäle durch Asche- oder Rußpartikel zu befürchten ist. Außerdem ist bei einem zu hohen Anteil des durch die Durchströmung der Filterkanäle verursachten Druckverlustes am Gesamtdruckverlust des Filters eine ungleichmäßige Beladung zu befürchten. Dies ist insbesondere dann ungünstig, wenn dieser hohe Anteil durch die Kanäle auf der Abströmseite des Filters verursacht werden, da in diesem Fall die Strömung im
25 hinteren Bereich des Filters durch die Filterwand tritt und dort ein größerer Teil des Rußes abgeschieden wird. In diesem Teil des Filters treten bei der Regeneration ohnehin die höchsten Temperaturen auf. Dieser Effekt wird durch eine große eingelagerte Rußmenge noch verstärkt. Diese Gefahr ist vor allem bei Filterelementen aus Cordierit gegeben, da Cordierit eine vergleichsweise geringe spezifische Wärmekapazität hat und deshalb bei der Oxidation von
30 Rußablagerungen lokal sehr hohe Temperaturen auftreten können. In Folge dessen können unter ungünstigen Umständen bei der Regeneration so hohe Temperaturen innerhalb des Filterelements auftreten, dass die thermische Stabilität des Cordierits nicht mehr gewährleistet ist. Dieser

R.314870-1

3

Zusammenhang hat bisher den Einsatz von Filterelementen aus Cordierit in Personenkraftwagen verhindert.

Offenbarung der Erfindung

5

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, die Aufnahmefähigkeit des Filterelements für Ruß und Asche zu erhöhen und dadurch die Intervalle zwischen den Regenerierungen zu verlängern. Des Weiteren soll verhindert werden, dass im Bereich der Austrittsfläche des Filterelements unzulässig hohe Temperaturen bei der Regenerierung auftreten, die zur Zerstörung des

10 Filterelements führen können.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß bei einem Filterelement, insbesondere zur Filterung von Abgasen einer Dieselmotormaschine, mit einer Eintrittsfläche und mit einer Austrittsfläche, mit einer Vielzahl von Eintrittskanälen und mit einer Vielzahl von Austrittskanälen, wobei die

15 Eintrittskanäle und die Austrittskanäle durch Filterwände aus einem offenporigen Material getrennt sind, dadurch gelöst, dass die Querschnittsfläche aller Eintrittskanäle größer als die Querschnittsfläche aller Austrittskanäle ist, und dass die Zahl der Eintrittskanäle größer als die Zahl der Austrittskanäle ist.

20 Des Weiteren wird die erfindungsgemäße Aufgabe dadurch gelöst, dass die Querschnittsfläche aller Eintrittskanäle größer als die Querschnittsfläche aller Austrittskanäle ist und ein Rundheitsparameter des Querschnitts der Eintrittskanäle kleiner als ein Rundheitsparameter des Querschnitts der Austrittskanäle ist.

25 Die erfindungsgemäßen Lösungsansätze gewährleistet, dass der Anteil der Druckverluste in den Eintrittskanälen am Gesamtdruckverlust etwa gleich groß ist wie der Anteil der Druckverluste der Austrittskanäle am Gesamtdruckverlust und gleichzeitig die Oberfläche der Eintrittskanäle größer als die Oberfläche der Austrittskanäle ist. Dies führt zu einer gleichmäßigen Beladung , des Filterelements mit Ruß. Infolgedessen erfolgt die durch das Verbrennen des Rußes bei der

30 Regeneration verursachte Aufheizung des Filterelements gleichmäßig und örtliche Temperaturspitzen, die zur Zerstörung des Filterelements führen können, werden vermieden.

Selbstverständlich können die erfindungsgemäßen Lösungsansätze auch miteinander kombiniert

R.314870-1

4

werden, da sich deren Wirkungen in vorteilhafter Weise addieren.

Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung setzt sich der Querschnitt des Filterelements durch aus mehreren sechseckigen Einheitszellen zusammen, wobei jede Einheitszelle aus sechs
5 spiegelsymmetrischen Dreiecken zusammengesetzt ist, wobei in jedem dieser Dreiecke drei Filterwände vorhanden sind, die jeweils orthogonal zu einer Seite des Dreiecks verlaufen. Dabei liegt der Schnittpunkt der Filterwände innerhalb des Dreiecks.

Alternativ ist es auch möglich, dass der Querschnitt des Filterelements durch Aneinanderfügen
10 mehrerer sechseckiger Einheitszellen gebildet wird, dass im Mittelpunkt jeder Einheitszelle ein zentraler Austrittskanal angeordnet ist, dass der zentrale Austrittskanal von sechs Eintrittskanälen umgeben ist und dass die Eintrittskanäle im Querschnitt die Form eines regelmäßig Sechsecks mit ersten Seiten und mit zweiten Seiten aufweisen, wobei sich die ersten
15 Seiten und die zweiten Seiten abwechseln.

Dadurch wird der Rundheitsparameter der Eintrittskanäle reduziert, was sich positiv auf die Verteilung der Druckverluste innerhalb des Filterelements auf die Eintrittskanäle, die Filterwände und die Austrittskanäle auswirkt.

Dieser Effekt lässt sich auch dadurch erreichen, dass der Querschnitt des Filterelements durch
20 Aneinanderfügen mehrerer sechseckiger Einheitszellen gebildet wird, dass im Mittelpunkt jeder Einheitszelle ein zentraler Austrittskanal angeordnet ist, und dass der zentrale Austrittskanal von sechs Eintrittskanälen umgeben ist, dass die Eintrittskanäle im Querschnitt die Form eines spiegelsymmetrischen Siebenecks aufweisen, und dass jeweils vier benachbart zueinander
25 angeordnete Eintrittskanäle einen äußeren Austrittskanal umschließen. Dabei hat dieser äußere Austrittskanal bevorzugt im Querschnitt die Form eines Quadrats oder einer Raute.

Weitere Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind der nachfolgenden
30 Zeichnung, deren Beschreibung und den Patentansprüchen entnehmbar. Alle in der Zeichnung, deren Beschreibung und den Patentansprüchen offenbarte Merkmale können sowohl einzeln als auch in beliebiger Kombination miteinander erfindungswesentlich sein.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

R.314870-1

5

Es zeigen:

Figur 1 eine schematische Darstellung einer Brennkraftmaschine mit einer
5 erfindungsgemäßen Abgasnachbehandlungseinrichtung;

Figur 2 ein erfindungsgemäßes Filterelement im Längsschnitt und

Figuren 3 bis 6 Querschnitte durch Ausführungsbeispiele erfindungsgemäßer Filterelemente.

10

Ausführungsformen der Erfindung

In Figur 1 trägt eine Brennkraftmaschine das Bezugszeichen 10. Die Abgase werden über ein
15 Abgasrohr 12 abgeleitet, in dem eine Filtereinrichtung 14 angeordnet ist. Mit dieser werden
Rußpartikel aus dem im Abgasrohr 12 strömenden Abgas herausgefiltert. Dies ist insbesondere
bei Diesel-Brennkraftmaschinen erforderlich, um gesetzliche Bestimmungen einzuhalten.

Die Filtereinrichtung 14 umfasst ein zylindrisches Gehäuse 16, in dem eine im vorliegenden
20 Ausführungsbeispiel rotationssymmetrisches, insgesamt ebenfalls zylindrisches Filterelement 18
angeordnet ist.

In Figur 2 ist ein Querschnitt durch ein erfindungsgemäßes Filterelement 18 dargestellt. Das
Filterelement 18 kann beispielsweise als extrudierter Formkörper aus einem keramischen
25 Material, wie zum Beispiel Cordierit, hergestellt werden.

Das Filterelement 18 wird in Richtung der Pfeile 20 von nicht dargestelltem Abgas durchströmt.
Eine Eintrittsfläche hat in Figur 2 das Bezugszeichen 22, während eine Austrittsfläche in Figur 2
das Bezugszeichen 24 hat.

30

Parallel zu einer Längsachse 26 des Filterelements 18 verlaufen mehrere Eintrittskanäle 28 im
Wechsel mit Austrittskanälen 30. Die Eintrittskanäle 28 sind an der Austrittsfläche 24
verschlossen. Die Verschlussstopfen sind in Figur 2 ohne Bezugszeichen dargestellt. Im

R.314870-1

6

Gegensatz dazu sind die Austrittskanäle 30 an der Austrittsfläche 24 offen und im Bereich der Eintrittsfläche 22 verschlossen.

Der Strömungsweg des ungereinigten Abgases führt also in einen der Eintrittskanäle 28 und von dort durch eine Filterwand 31 in einen der Austrittskanäle 30. Exemplarisch ist dies durch Pfeile 32 dargestellt.

Das Filterelement 18 ist ein prismatischer Körper, dessen Querschnitt aus einer sich regelmäßig wiederholenden Folge von Eintrittskanälen und Austrittskanälen zusammensetzt. Diese sich regelmäßig wiederholenden Folge von Eintrittskanälen und Austrittskanälen kann in vielen Fällen durch Spiegelung, Rotation und/oder Translation einer sogenannten Einheitszelle erzeugt werden. In anderen Worten: Die gesamte Querschnittsgeometrie des Filterelements lässt sich aus mehreren Einheitszellen zusammensetzen. Bei den Ausführungsbeispielen gemäß der Figuren 3 und 4 sind die Einheitszellen sechseckig. Die Einheitszellen können beispielsweise auch quadratisch, rechteckig oder rautenförmig sein. Allerdings ist die Erfindung nicht auf Querschnittsgeometrien beschränkt, die sich auf Einheitszellen zurückführen lassen, beschränkt.

Nachfolgend werden die strömungstechnischen Zusammenhänge innerhalb eines Filterelements hergeleitet und beschrieben. Dabei wird die Fläche einer Einheitszelle mit A_{EZ} bezeichnet. Die Anzahl der Eintritts- und Austrittskanäle in dieser Einheitszelle wird mit n_{ein} bzw. n_{aus} bezeichnet.

Im Folgenden wird der Anteil des Filtervolumens, der auf die Eintrittskanäle entfällt, mit χ bezeichnet. Weiter wird der Anteil des Filtervolumens, der Teil der auf das Filtermaterial entfällt, mit ϕ bezeichnet. Diese Anteile χ und ϕ haben bei dem gesamten Filterelement die gleichen Werte wie bei einer Einheitszelle, da das Filterelement aus mehreren Einheitszellen zusammengesetzt wird.

Der für den Strömungswiderstand eines durchströmten Kanals maßgebliche Durchmesser ist der so genannte hydraulische Durchmesser d_h :

$$d_h = \frac{4A}{U} \quad (1)$$

R.314870-1

7

Der hydraulische Durchmesser d_h hängt von der Querschnittsfläche A und von dem Umfang des Kanals U ab.

Für den hydraulischen Durchmesser der Eintrittskanäle 28 gilt:

5

$$d_{h, \text{ein}} = \frac{4\chi A_{EZ}}{n_{\text{ein}} U_{\text{ein}}}, \quad (2)$$

Für den hydraulischen Durchmesser der Austrittskanäle 30 gilt:

10

$$d_{h, \text{aus}} = \frac{4(1 - \varphi - \chi) A_{EZ}}{n_{\text{aus}} U_{\text{aus}}}. \quad (3)$$

Die volumenspezifische Filtrationsfläche A''' eines Filterelements 18 der Länge L entspricht, wenn man die durch die Stopfen verlorene Filterlänge außer Acht lässt,

15

$$A''' = \frac{L n_{\text{ein}} U_{\text{ein}}}{L A_{EZ}} = \frac{n_{\text{ein}} U_{\text{ein}}}{A_{EZ}}. \quad (4)$$

Einsetzen des Kanalumfangs aus Gleichung (2) führt zu

$$A''' = \frac{4\chi}{d_{h, \text{ein}}}. \quad (5)$$

20

Aus Gleichung (5) ergibt sich, dass ein großer Anteil χ der Eintrittskanäle 28 am Gesamtvolumen des Filterelements 18 sowie kleine Kanaldurchmesser zu einer hohen volumenspezifischer Filterfläche A''' führen.

25

Während die Größe der Kanäle sinnvoll durch den hydraulischen Durchmesser d_h beschrieben ist, lässt sich die Form der Kanäle durch den Rundheitsparameter f beschreiben:

R.314870-1

8

$$f = \frac{4\pi A}{U^2}. \quad (6)$$

f wird für runde Kanäle zu 1, für zunehmend von der Rundheit abweichende Kanalformen nimmt der Wert von f ab.

5

Die Verwendung der Gleichungen (2) und (3) sowie der Definition der Rundheit aus Gleichung (6) führt zu folgenden Ausdrücken für die hydraulischen Durchmesser:

$$d_{h, \text{ein}} = \sqrt{\frac{4}{\pi} f_{\text{ein}} \chi \frac{A_{EZ}}{n_{\text{ein}}}}, \quad (7)$$

$$10 \quad d_{h, \text{aus}} = \sqrt{\frac{4}{\pi} f_{\text{aus}} (1 - \varphi - \chi) \frac{A_{EZ}}{n_{\text{aus}}}}. \quad (8)$$

Einsetzen in Gleichung (5) führt zu:

$$A''' = \sqrt{\frac{4\pi \chi n_{\text{ein}}}{f_{\text{ein}} A_{EZ}}} \quad (9)$$

15

Der Druckverlust, der durch die Durchströmung der Kanäle verursacht wird, lässt sich entsprechend der bekannten Literatur abschätzen mit:

$$\Delta p_{\text{ein}} = \frac{1}{3} F \mu L \frac{\dot{V}}{Q} \frac{1}{d_{h, \text{ein}}^2 \chi}, \quad (10)$$

$$20 \quad \Delta p_{\text{aus}} = \frac{1}{3} F \mu L \frac{\dot{V}}{Q} \frac{1}{d_{h, \text{aus}}^2 (1 - \varphi - \chi)}. \quad (11)$$

Hierbei bezeichnet F einen empirischen, dimensionslosen Faktor, μ die dynamische Viskosität des Abgases, $\dot{V}$ den Abgasvolumenstrom und Q die Querschnittsfläche des Filterelements 18. Setzt man die Druckverlustanteile aus den beiden Gleichungen zu einander ins Verhältnis, ergibt

R.314870-1

9

sich unter Verwendung der Variablen $R_V = \chi / (1 - \varphi - \chi)$ für das Volumenverhältnis von Eintrittskanal 28 und Austrittskanal 30:

$$\frac{\Delta p_{ein}}{\Delta p_{aus}} = \frac{(1 - \chi - \varphi)^2}{\chi^2} \frac{n_{ein}}{n_{aus}} \frac{f_{aus}}{f_{ein}} = \frac{1}{R_V^2} \frac{n_{ein}}{n_{aus}} \frac{f_{aus}}{f_{ein}} \quad (12)$$

5

Aus diesen Zusammenhängen ergeben sich die vorteilhaften Wirkungen der erfindungsgemäß beanspruchten Querschnittsgeometrien. Insbesondere ergibt sich daraus, dass Filterelemente 18 mit einer großen Zahl von Zellen/Kanälen bezogen auf die Querschnittsfläche, die ein Volumenverhältnis R_V von Eintrittskanälen 28 und Austrittskanälen 30 $R_V > 1$ aufweisen, und

- 10 bei denen keine vermehrte Rußeinlagerung im stromabwärts gelegenen Bereich der Eintrittskanäle auftritt, nur realisierbar sind, wenn der Wabenkörper mehr Eintrittskanäle als Austrittskanäle aufweist ($n_{ein} > n_{aus}$) und/oder die Rundheit f_{ein} der Eintrittskanäle 28 geringer ist als die Rundheit f_{aus} der Austrittskanäle 30 ($f_{ein} < f_{aus}$).

- 15 In Figur 3 ist ein Ausschnitt durch einen Querschnitt eines Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Filterelements 18 stark vergrößert dargestellt. Der Querschnitt des Filterelements 18 setzt sich jeweils aus einem Austrittskanal 30, der im Querschnitt die Form eines gleichseitigen Sechsecks aufweist, und insgesamt sechs, den Austrittskanal 30 umgebenden Eintrittskanälen 28 zusammen. Aus Gründen der Übersichtlichkeit sind nicht alle Eintrittskanäle
20 28 und nicht alle Austrittskanäle 30 mit Bezugszeichen versehen.

Die Eintrittskanäle 28 weisen ebenfalls einen sechseckigen Querschnitt auf, allerdings sind nicht alle sechs Seiten dieses Sechsecks gleich lang. Es gibt vielmehr erste Seiten a und zweite Seiten b, die sich abwechseln. Durch die verschieden langen Seiten a, b der Eintrittskanäle 28 wird der
25 Rundheitsparameter f_{ein} der Eintrittskanäle 28 gegenüber dem Rundheitsparameter f_{aus} der Austrittskanäle 30 reduziert. Im Ergebnis führt dies dazu, dass die Oberfläche in den Eintrittskanälen 28 größer ist als die Oberfläche der Austrittskanäle 30, so dass sich die gewünschte gleichmäßige Rußbelastung des Filterelements 18 einstellt.

- 30 Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 3 ist außerdem das Verhältnis zwischen der Zahl n_{ein}

R.314870-1

10

der Eintrittskanäle 28 und der Zahl n_{aus} der Austrittskanäle gleich 2:1. Auch dadurch, dass es mehr Eintrittskanäle 28 als Austrittskanäle 30 gibt, fördert die gleichmäßige Beladung des Filterelements 18 mit Ruß.

- 5 Man kann sich den Querschnitt des Filterelements 18 gemäß Figur 3 auch durch das Zusammensetzen mehrerer sechseckiger Einheitszellen EZ vorstellen. Diese sechseckigen Einheitszellen EZ sind wiederum aus insgesamt sechs spiegelsymmetrischen Dreiecken 34 zusammengesetzt.
- 10 In Figur 4 ist ein solches Dreieck 34 dargestellt. Die wichtigsten geometrischen Größen, nämlich die Längen a und b sowie eine Wandstärke w_s , sind in Figur 4 eingetragen. Die Einheitszelle EZ wird durch mehrfaches Spiegeln des Dreiecks 34 um die Seiten 36 und/oder 38 gebildet.

Tabelle 1: Bevorzugte Bereiche für die geometrischen Parameter in Figur 4

Parameter [Einheit]	Minimum (ideal)	Maximum (ideal)
a [mm]	0.4 (0.53)	1.2 (0.59)
w_s [mm]	0.2 (0.3)	0.6 (0.45)
Verhältnis a:b []	0.3 (0.6)	1.5 (0.75)

15

- In Figur 5 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Filterelements im Querschnitt dargestellt. In Figur 5 sind insgesamt drei Einheitszellen EZ aneinandergefügt. Es versteht sich von selbst, dass durch das Aneinanderfügen weiterer Einheitszellen EZ beliebig große Filterelementquerschnitte realisiert werden können. In der Mitte der Einheitszelle EZ ist ein zentraler Austrittskanal 30.1 angeordnet, der bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 5 im Querschnitt die Form eines regelmäßigen Sechsecks aufweist.
- 20

- Um den zentralen Austrittskanal 30.1 sind insgesamt sechs Eintrittskanäle 28 angeordnet. Diese Eintrittskanäle 28, von denen nicht alle mit Bezugszeichen versehen wurden, haben im Querschnitt die Form eines spiegelsymmetrischen Siebenecks.
- 25

Die längsten Seiten dieses Siebenecks sind in Figur 5 mit dem Buchstaben c bezeichnet. Jeweils vier Eintrittskanäle 28 umschließen mit ihren Seiten c jeweils einen äußeren Austrittskanal 30.2.

R.314870-1

11

Diese äußeren Austrittskanäle 30.2 erstrecken sich über zwei Einheitszellen EZ hinweg. In der in Figur 5 durch eine strichpunktierte Linie dargestellten Einheitszelle EZ sind an den Seiten der Einheitszelle, an der keine weitere Einheitszelle anschließt infolgedessen nur jeweils ein halber äußerer Austrittskanal 30.2 dargestellt. Dieser Sachverhalt ist durch das Bezugszeichen 30.2 / 2 angedeutet.

Die Figuren 6 und 7 zeigen Dreiecke 34, aus denen die Einheitszellen EZ gemäß Figur 5 zusammengesetzt sind. Dabei sind die wichtigsten geometrischen Parameter, nämlich die Seitenstrecken A, B, d und e eingetragen. Es hat sich als vorteilhaft erwiesen, wenn sich diese Parameter innerhalb der in nachfolgender Tabelle eingetragenen Wertebereiche befinden.

Tabelle 2: Bevorzugte Bereiche für die geometrischen Parameter in Figur 6 und 7

Parameter [Einheit]	Minimum (ideal)	Maximum (ideal)
A [mm]	2.4 (2.7)	4 (3.1)
w _s [mm]	0.2 (0.33)	0.6 (0.44)
β[°]	30 (40)	60 (50)
Verhältnis d:A []	0.1 (0.17)	0.3 (0.25)
Verhältnis e:B []	0.4 (0.5)	0.7 (0.6)

Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 7 ist der zentrale Austrittskanal 30.1 kreisförmig im Querschnitt. Ansonsten ist die Querschnittsgeometrie gleich wie bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 6.

R.314870-1

12

Es versteht sich von selbst, dass die Filterwände 31 nicht scharfkantig ineinander übergehen müssen, sondern bei Bedarf durch einen Radius (nicht dargestellt) der Übergang von einer Filterwand 31 in eine andere Filterwand 31 gestaltet werden kann. Diese Radien erleichtern die Herstellung und reduzieren die Spannungsspitzen im Bereich der Übergänge von einer Filterwand 31 in eine andere Filterwand 31. Des Weiteren ist es auch denkbar und möglich, dass die Filterwände 31 im Querschnitt nicht gradlinig verlaufen, sondern gekrümmt sind.

In vielen Anwendungsfällen hat es sich als vorteilhaft erwiesen, wenn mindestens die stromaufwärts gelegene Oberfläche der Filterwand (31) eine katalytische Beschichtung aufweist.

R.314870-1

13

5 Ansprüche

1. Filterelement, insbesondere zur Filterung von Abgasen einer Dieselmotorkraftmaschine, mit einer Eintrittsfläche (22) und mit einer Austrittsfläche (24), mit einer Vielzahl von Eintrittskanälen (28), und mit einer Vielzahl von Austrittskanälen (30), wobei die Eintrittskanäle (28), und die Austrittskanäle (30) durch Filterwände (31) aus einem offenporigen Material
10 getrennt sind, dadurch gekennzeichnet, dass die Querschnittsfläche aller Eintrittskanäle (28) größer als die Querschnittsfläche aller Austrittskanäle (30) ist, und dass die Zahl der Eintrittskanäle (28) größer als die Zahl der Austrittskanäle (30) ist.

2. Filterelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein Rundheitsparameter f_{ein} des Querschnitts der Eintrittskanäle (28) kleiner als ein Rundheitsparameter f_{aus} des Querschnitts der Austrittskanäle (30) ist, wobei der Rundheitsparameter f durch folgende Gleichung definiert ist:

$$f = \frac{4\pi A}{U^2}.$$

Mit:

20 A: Querschnittsfläche eines Kanals (28, 30)

U: Umfang eines Kanals (28, 30)

3. Filterelement, insbesondere zur Filterung von Abgasen einer Dieselmotorkraftmaschine, mit einer Eintrittsfläche (22) und mit einer Austrittsfläche (24), mit einer Vielzahl von Eintrittskanälen (28), und mit einer Vielzahl von Austrittskanälen (30), wobei die Eintrittskanäle (28), und die Austrittskanäle (30) durch Filterwände (31) aus einem offenporigen Material
25 getrennt sind, dadurch gekennzeichnet, dass die Querschnittsfläche aller Eintrittskanäle (28) größer als die Querschnittsfläche aller Austrittskanäle (30) ist, und ein Rundheitsparameter f_{ein}

R.314870-1

14

des Querschnitts der Eintrittskanäle (28) kleiner als ein Rundheitsparameter f_{aus} des Querschnitts der Austrittskanäle (30) ist, wobei der Rundheitsparameter f durch folgende Gleichung definiert ist:

$$f = \frac{4\pi A}{U^2}.$$

5 Mit:

A: Querschnittsfläche eines Kanals (28, 30)

U: Umfang eines Kanals (28, 30)

4. Filterelement nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Zahl der Eintrittskanäle
10 (28) größer als die Zahl der Austrittskanäle (30) ist.

5. Filterelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
der Querschnitt des Filterelements (18) durch Aneinanderfügen mehrerer sechseckiger
Einheitszellen (EZ) gebildet wird, dass jede Einheitszelle (EZ) aus gleichseitigen Dreiecken (34)
zusammengesetzt ist, dass jedes der Dreiecke (34) spiegelsymmetrisch zu den benachbarten
15 Dreiecken (34) bezüglich der gemeinsamen Dreieckseite ist dass in jedem Dreieck (34) drei
Filterwände (31) vorhanden sind, und dass jede Filterwand (31) orthogonal zu einer Seite des
Dreiecks (34) verläuft. (Figur 3)

6. Filterelement nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Schnittpunkt der
Filterwände (31) innerhalb des Dreiecks (34) liegt. (Figur 3)

20 7. Filterelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
der Querschnitt des Filterelements (18) durch Aneinanderfügen mehrerer sechseckiger
Einheitszellen (EZ) gebildet wird, dass jede Einheitszelle (EZ) aus gleichseitigen Dreiecken (34)
zusammengesetzt ist, dass jedes der Dreiecke (34) spiegelsymmetrisch zu den benachbarten
Dreiecken (34) bezüglich der gemeinsamen Dreieckseite ist, dass im Mittelpunkt jeder
25 Einheitszelle (EZ) ein zentraler Austrittskanal (30.1) angeordnet ist, dass der zentrale
Austrittskanal (30.1) von sechs Eintrittskanälen (28) umgeben ist, und dass die Eintrittskanäle
(28) im Querschnitt die Form eines regelmäßigen Sechsecks mit drei ersten Seiten (a) und mit drei

R.314870-1

15

zweiten Seiten (b) aufweisen. (Figur 3)

8. Filterelement nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass sich die ersten Seiten (a) und die zweiten Seiten (b) der Eintrittskanäle (28) einander abwechseln.

9. Filterelement nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass ein Verhältnis (a/b) der Längen der ersten Seiten (a) und der zweiten Seiten (b) in einem Bereich von 0,3 bis 1,5, bevorzugt in einem Bereich von 0,6 bis 0,75, liegt.

10. Filterelement nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass zwei benachbarte Seiten eines sechseckigen Eintrittskanals (28) einen Winkel von 60° einschließen.

11. Filterelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Querschnitt des Filterelements (18) durch Aneinanderfügen mehrerer sechseckiger Einheitszellen (EZ) gebildet wird, dass im Mittelpunkt jeder Einheitszelle (EZ) ein zentraler Austrittskanal (30.1) angeordnet ist, und dass der zentrale Austrittskanal (30.1) von sechs Eintrittskanälen (28) umgeben ist, dass die Eintrittskanäle (28) im Querschnitt die Form eines spiegelsymmetrischen Polygons aufweisen, und dass jeweils vier benachbart zueinander angeordnete Eintrittskanäle (28) einen äußeren Austrittskanal (30.2) umschließen. (Figur 5)

12. Filterelement nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die äußeren Austrittskanäle (30.2) im Querschnitt die Form eines Quadrats oder einer Raute aufweisen.

13. Filterelement nach einem der Ansprüche 7 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass der zentrale Austrittskanal (30.1) im Querschnitt die Form eines gleichseitigen Sechsecks oder die Form eines Kreises hat.

14. Filterelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Grundstruktur des Filterelements (18) eine Zelldichte von 200 cpsi (cpsi = cells per square inch) bis 450 cpsi, bevorzugt von 300 bis 350 cpsi, besitzt.

15. Filterelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Wandstärke (W_s) der Filterwände (31) 0,1 mm bis 1,2 mm, bevorzugt 0,25 mm bis 0,50 mm, beträgt.

R.314870-1

16

16. Filterelement (18) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Filterelement (18) durch Extrudieren hergestellt wird.

17. Filterelement (18) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Filterelement (18) aus einem keramischen oder einem glaskeramischen Werkstoff,

5 insbesondere aus Cordierit, Aluminiumtitanat oder Siliziumkarbid, hergestellt wird.

18. Filterelement (18) nach einem der Ansprüche 1 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass das Filterelement (18) aus Sintermetall hergestellt wird.

19. Filterelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Eintrittskanäle (28) an der Eintrittsfläche (22) beginnen und an der Austrittsfläche (24)

10 verschlossen sind, und dass die Austrittskanäle (30) an der Eintrittsfläche (22) verschlossen sind und an der Austrittsfläche (24) enden.

20. Filterelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Porosität des Filtermaterials in einem Bereich zwischen 30 % und 70 % liegt, und dass die mittlere Porengröße des Filtermaterials in einem Bereich zwischen 5 Mikrometern und 30

15 Mikrometern liegt.

21. Filterelement nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, dass der Anteil der Poren, deren Durchmesser mindestens zweimal so groß wie die mittlere Porengröße ist, höchstens 30% des Volumens aller Poren beträgt.

22. Filterelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die auf das gesamte Volumen des Filterelements bezogene Wärmekapazität mindestens 400 Joule/Liter Kelvin [J/lK], bevorzugt zwischen 500 J/lK und 750 J/lK, beträgt.

20

23. Filtereinrichtung mit einem Filterelement (18), mit einem Gehäuse (16) und mit einem Abgasrohr (12), dadurch gekennzeichnet, dass das Filterelement ein Filterelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche ist.

1 / 5

FIG. 1

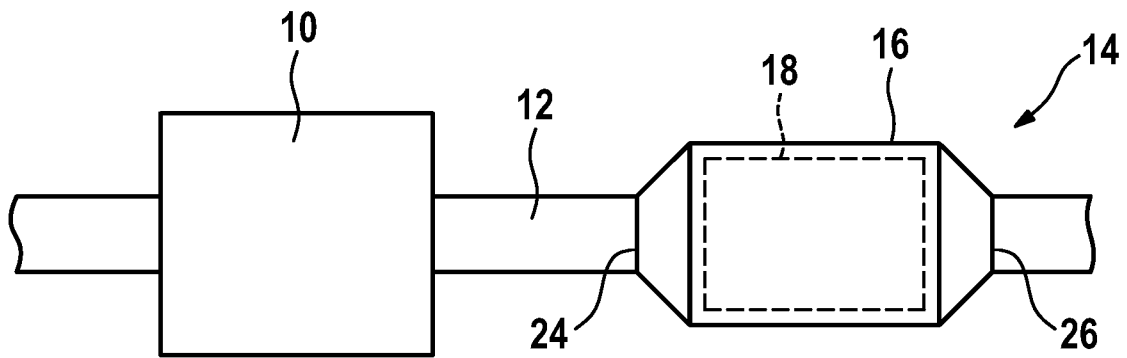
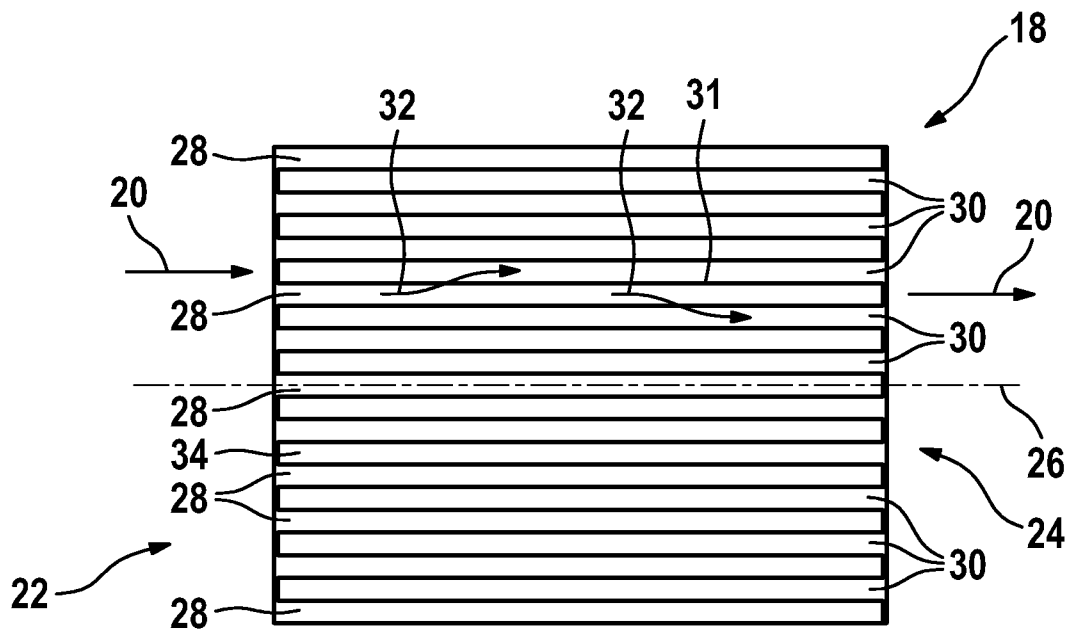
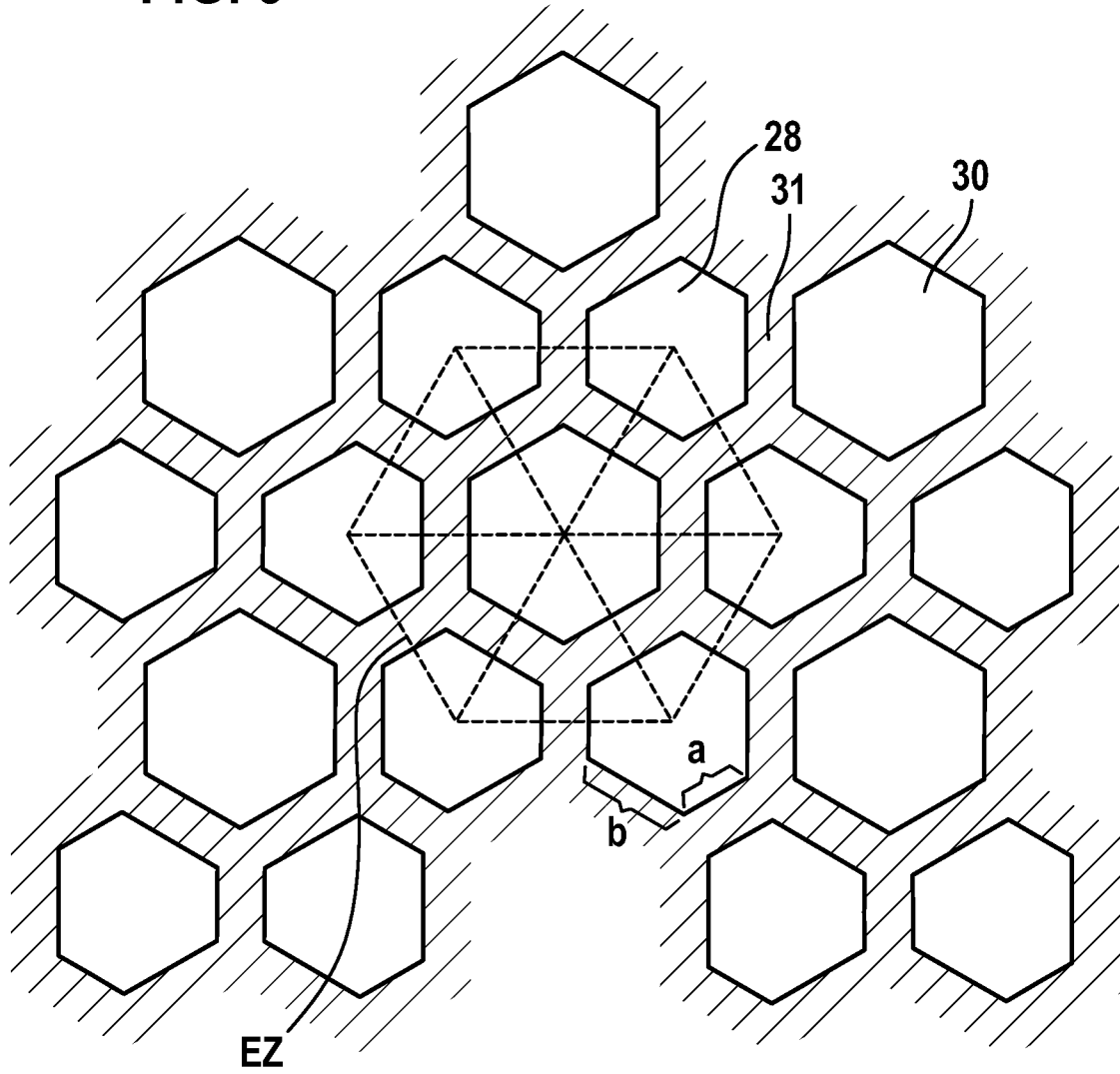


FIG. 2



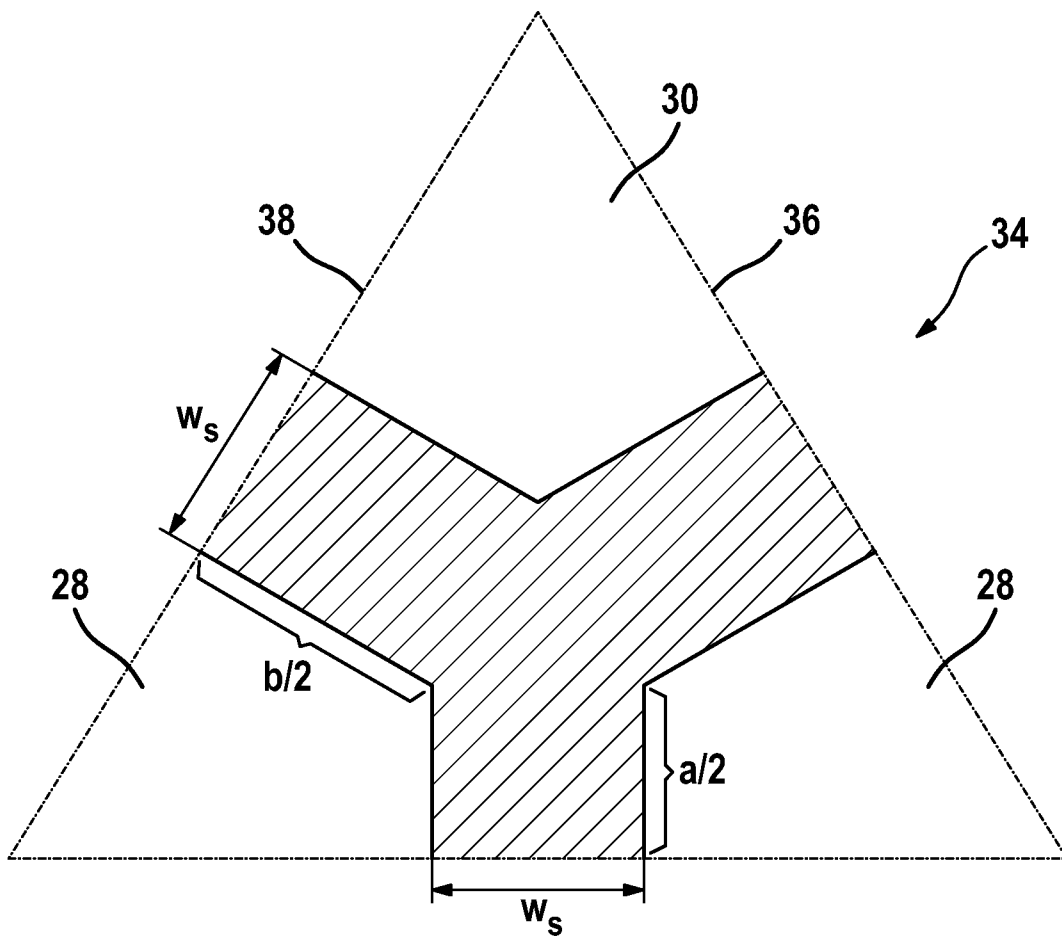
2 / 5

FIG. 3



3 / 5

FIG. 4



4 / 5

FIG. 5

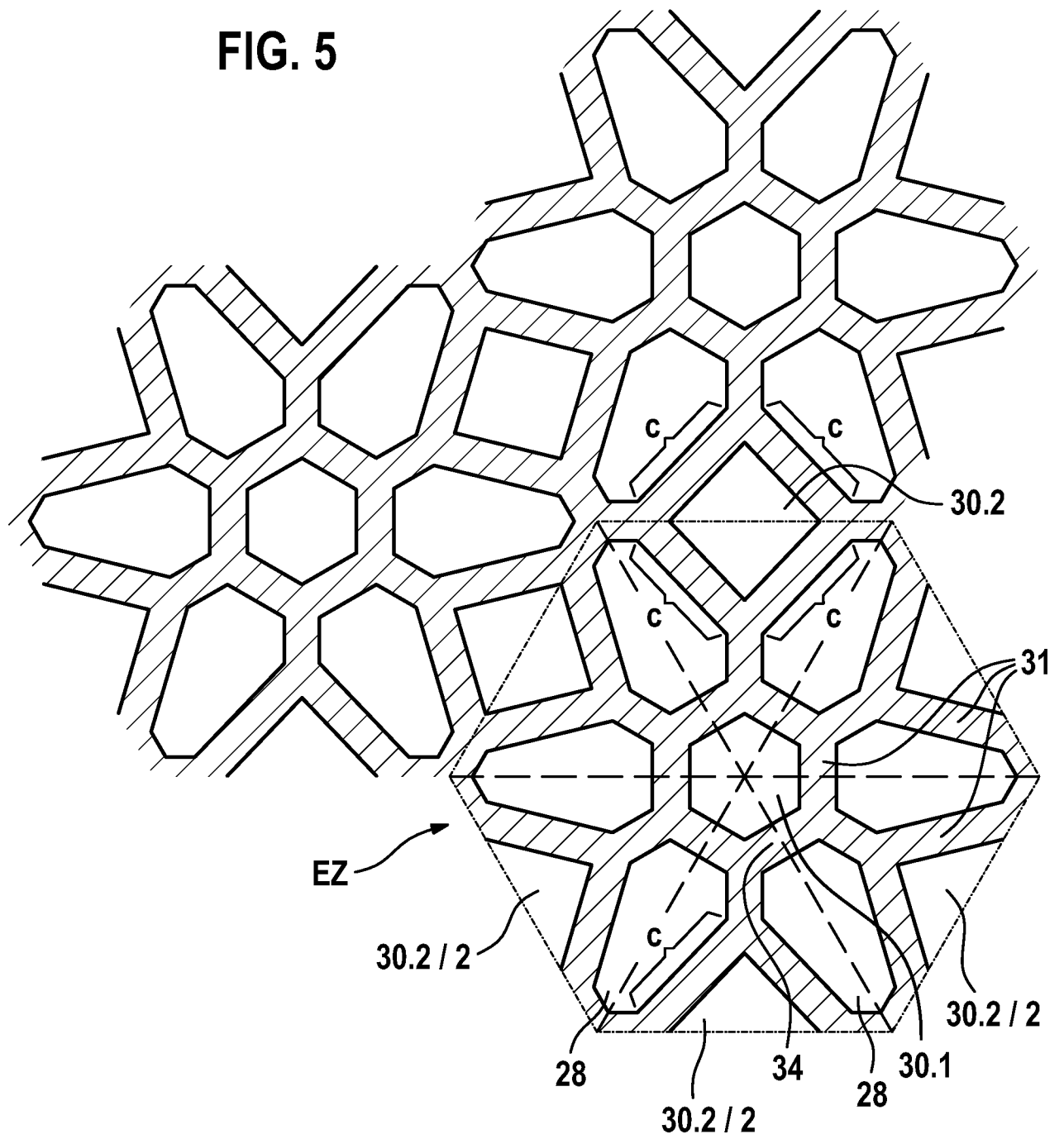


FIG. 6

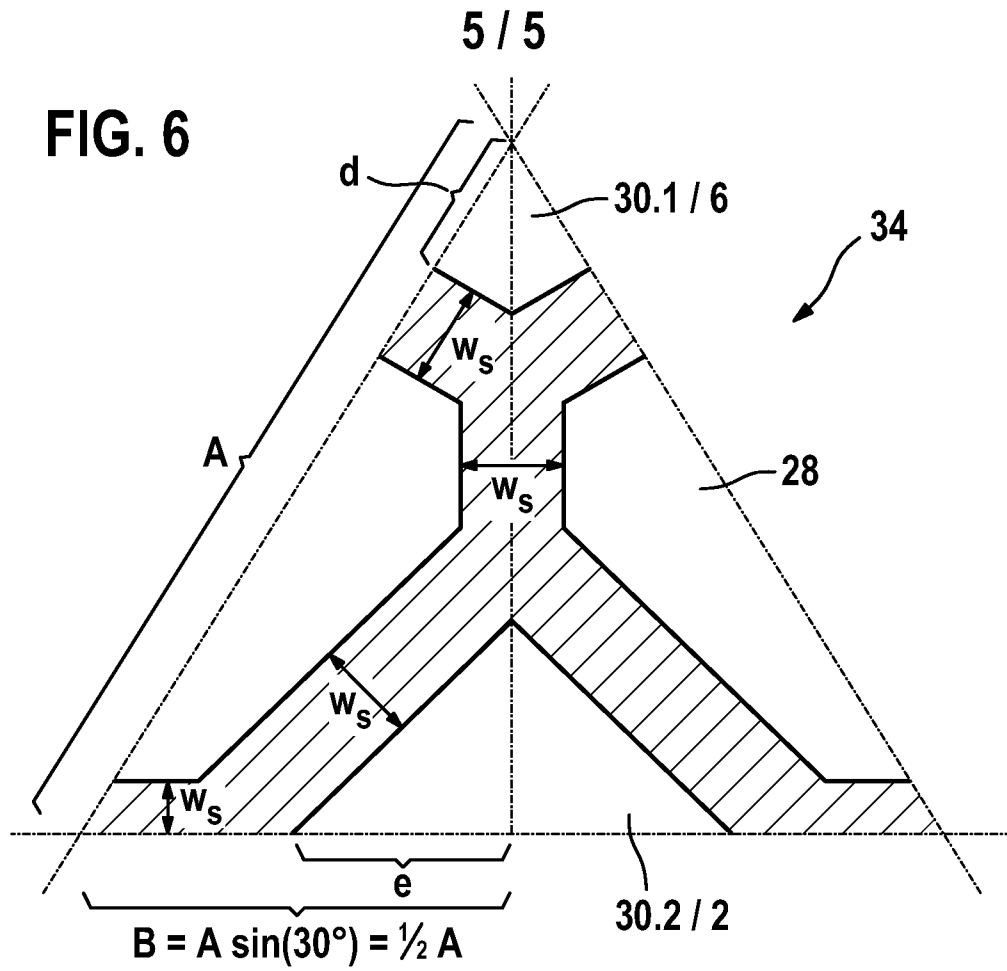
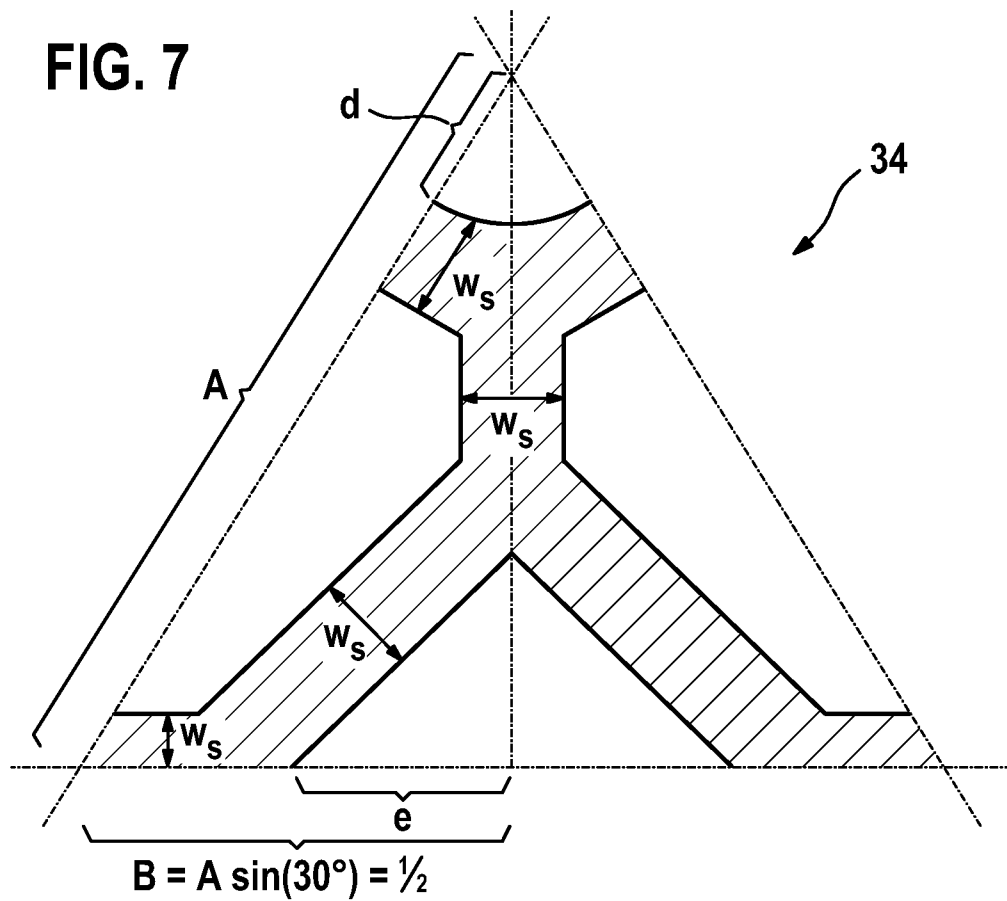


FIG. 7



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2007/052847

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. F01N3/022

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)

F01N

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	WO 2005/115589 A (BOSCH GMBH ROBERT [DE]; FRAENKLE GERHARD [DE]) 8 December 2005 (2005-12-08) page 4, line 1 - page 13, line 3; figures 1,25	1-23
X	US 4 416 676 A (MONTIERH MAX R [US]) 22 November 1983 (1983-11-22) column 5, line 54 - column 14, line 11; figures 1a-c,2,4	1-4, 14-23
X	EP 0 089 751 A1 (CORNING GLASS WORKS [US]) 28 September 1983 (1983-09-28) page 5, line 22 - page 20, line 35; figures 1,3,9-11,17	1,5-11, 13-23 12
A		

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring 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 principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention 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 invention 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

4 July 2007

Date of mailing of the international search report

12/07/2007

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5618 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Kolland, Ulrich

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2007/052847

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2005115589	A	08-12-2005	EP 1753520 A1	21-02-2007
US 4416676	A	22-11-1983	NONE	
EP 0089751	A1	28-09-1983	CA 1188233 A1	04-06-1985
			DE 3371290 D1	11-06-1987
			JP 3049608 B	30-07-1991
			JP 58196820 A	16-11-1983
			US 4417908 A	29-11-1983

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2007/052847

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. F01N3/022

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

F01N

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	WO 2005/115589 A (BOSCH GMBH ROBERT [DE]; FRAENKLE GERHARD [DE]) 8. Dezember 2005 (2005-12-08) Seite 4, Zeile 1 - Seite 13, Zeile 3; Abbildungen 1,25	1-23
X	US 4 416 676 A (MONTIERTH MAX R [US]) 22. November 1983 (1983-11-22) Spalte 5, Zeile 54 - Spalte 14, Zeile 11; Abbildungen 1a-c,2,4	1-4, 14-23
X	EP 0 089 751 A1 (CORNING GLASS WORKS [US]) 28. September 1983 (1983-09-28) Seite 5, Zeile 22 - Seite 20, Zeile 35; Abbildungen 1,3,9-11,17	1,5-11, 13-23 12
A		

☐ 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 erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer 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

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

4. Juli 2007

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

12/07/2007

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5618 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Kolland, Ulrich

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2007/052847

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
WO 2005115589	A	08-12-2005	EP	1753520 A1	21-02-2007
US 4416676	A	22-11-1983	KEINE		
EP 0089751	A1	28-09-1983	CA	1188233 A1	04-06-1985
			DE	3371290 D1	11-06-1987
			JP	3049608 B	30-07-1991
			JP	58196820 A	16-11-1983
			US	4417908 A	29-11-1983