



(10) **DE 10 2012 104 767 A1** 2013.12.05

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2012 104 767.7**

(22) Anmeldetag: **01.06.2012**

(43) Offenlegungstag: **05.12.2013**

(51) Int Cl.: **F01N 3/28 (2012.01)**  
**B01J 35/04 (2012.01)**

(71) Anmelder:

**Emitec Gesellschaft für Emissionstechnologie  
mbH, 53797, Lohmar, DE**

(72) Erfinder:

**Schorn, Christian, 53797, Lohmar, DE; Limbeck,  
Sigrid, 53804, Much, DE**

(74) Vertreter:

**KNH Patentanwälte Kahlhöfer Neumann Rößler  
Heine, 40476, Düsseldorf, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

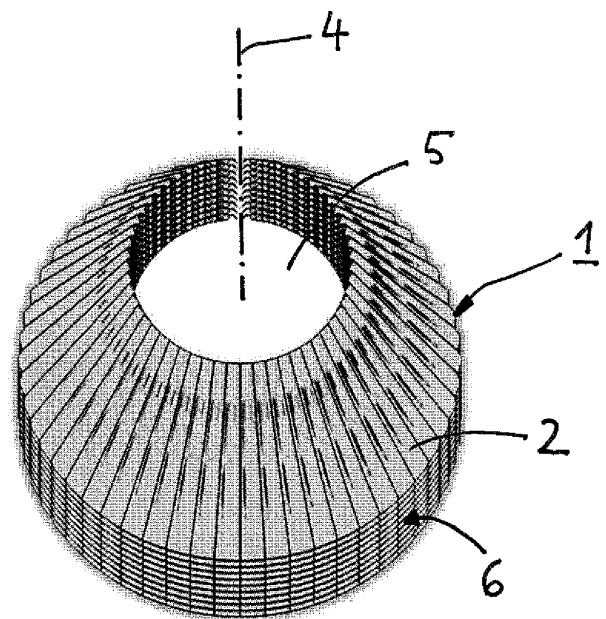
**FR 2 617 903 A1**  
**FR 2 622 632 A1**

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Konischer Wabenkörper mit schräg radial verlaufenden Kanälen**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft einen aus Lagen (2, 3) gewickelten und/oder geschichteten Wabenkörper (1) mit einer geometrischen Mittelachse (4) und einem um die Mittelachse (4) herum rotationssymmetrisch angeordneten Hohlraum (5), sowie einer äußeren Mantelfläche (6), wobei jede Lage (2, 3) annähernd konzentrisch um die Mittelachse (4) verläuft, wobei mindestens eine der Lagen (2) zumindest teilweise strukturiert ist, so dass die Lagen (2, 3) eine Vielzahl von für ein Fluid durchströmbar-kanälen (7) bilden, die von dem Hohlraum (5) in einem nicht rechten Konuswinkel ( $\alpha$ ) zur Mittelachse (4) nach außen zur äußeren Mantelfläche (6) verlaufen, und wobei die Kanäle (7) einen sich in ihrem Verlauf von innen nach außen ändernden Kanalquerschnitt (7i, 7a) aufweisen. Bevorzugt beträgt der Konuswinkel ( $\alpha$ ) zur Mittelachse (4) 25° bis 85°, vorzugsweise 40° bis 70°, insbesondere etwa 45°. Die besondere Form entsteht insbesondere dadurch, dass mindestens eine strukturierte Lage (2) im Wechsel mit mindestens einer Zwischenlage (3; 8; 13; 23; 33) angeordnet ist, wobei beide Lagen wendelförmig aufeinander geschichtet sind und wobei die die Kanäle (7) bildende Strukturhöhe (H) der strukturierten Blechlage (2) im Wesentlichen konstant ist und die Kanalquerschnittsflächen (7i, 7a) von innen nach außen zunehmen. Die Zwischenlage (3) kann aus einfachen Drähten (8) oder aus speziell geschnittenen oder gefalteten glatten Blechen (13; 23; 33) gebildet sein.



## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft einen aus Lagen gewickelten und/oder geschichteten Wabenkörper, wie er insbesondere bei der Gasreinigung eingesetzt wird. Bei Abgasreinigungsanlagen, insbesondere für Verbrennungsmotoren von Kraftfahrzeugen, werden mit katalytisch aktivem Material beschichtete und/oder zur Abscheidung von Partikeln besonders ausgebildete Wabenkörper eingesetzt, wobei oft metallische Materialien für die Wabenkörper eingesetzt werden.

**[0002]** Gerade bei Anwendungen für Kraftfahrzeuge müssen unterschiedliche Rahmenbedingungen beachtet werden. Zum einen ist der vorhandene Platz für den Einbau von Abgasreinigungssystemen beschränkt, zum anderen sollen die Systeme keinen großen Druckverlust im Abgassystem erzeugen, da dies den Wirkungsgrad von Verbrennungsmotoren negativ beeinflusst.

**[0003]** Im Stand der Technik sind bereits zahlreiche Bauformen für gewickelte oder geschichtete Wabenkörper bekannt, darunter Bauformen mit axial in einer Strömungsrichtung verlaufenden Kanälen, Bauformen mit radial von einem inneren Hohlraum nach außen zu einem Sammelraum verlaufenden Kanälen und auch konische Wabenkörper, bei denen von einer Stirnseite zu einer gegenüberliegenden Stirnseite sich im Querschnitt erweiternde Kanäle verlaufen.

**[0004]** Viele unterschiedliche Bauformen sind auch in der EP 0 676 534 B1 beschrieben, unter anderem auch solche mit schräg radial nach außen verlaufenden Kanälen. Auch die DE 102 35 691 B1 beschreibt einen solchen Verlauf von Kanälen.

**[0005]** Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, einen Wabenkörper der genannten Art so weiterzuentwickeln, dass er leicht, insbesondere in einer Serienproduktion, herstellbar ist und an unterschiedliche Platzverhältnisse beim Einbau anpassbar ist. Auch soll er Bauformen ermöglichen, die relativ große Oberflächen zur Abgasreinigung bei relativ geringem Druckverlust zur Verfügung stellen.

**[0006]** Zur Lösung dieser Aufgabe dient ein Wabenkörper gemäß dem Anspruch 1. Vorteilhafte Ausgestaltungen, die einzeln oder technisch sinnvoll untereinander kombiniert einsetzbar sind, sind in den abhängigen Ansprüchen beschrieben.

**[0007]** Ein erfindungsgemäßer aus Lagen gewickelter und/oder geschichteter Wabenkörper hat eine geometrische Mittelachse und einen um die Mittelachse herum rotationssymmetrisch angeordneten Hohlraum sowie eine äußere Mantelfläche, wobei jede Lage annähernd konzentrisch um die Mittelachse verläuft, wobei mindestens eine der Lagen zumindest

teilweise strukturiert ist, so dass die Lagen eine Vielzahl von für ein Fluid durchströmbar Kanälen bilden, die von dem Hohlraum in einem nicht rechten Konuswinkel zur Mittelachse nach außen zur äußeren Mantelfläche verlaufen, und wobei die Kanäle einen sich in ihrem Verlauf von innen nach außen ändernden Kanalquerschnitt aufweisen.

**[0008]** Erfindungsgemäß laufen die Kanäle nicht genau radial von innen nach außen, also nicht senkrecht zur Mittelachse, sondern in einem Winkel dazu. Dies verringert den Druckverlust gegenüber genau radial verlaufenden Kanälen, weil die zweimalige Umlenkung des Fluids weniger stark ist. Die einzelnen Lagen haben bei dieser Bauform etwa die Form eines Trichters, wobei insbesondere eine Bauweise in Wendelform in Betracht kommt, so dass die Lagen nicht in sich geschlossen sind, sondern ähnlich einer Wendeltreppe, allerdings mit einem nicht rechten Winkel zur Mittelachse, verlaufen. Diese erfindungsgemäße Bauform bietet vor allem in Kombination mit anderen Bauformen eine zusätzliche Flexibilität bei der Ausnutzung von vorhandenem Bauraum und bei der Verringerung von Druckverlusten.

**[0009]** In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung sind der Hohlraum und/oder die Mantelfläche zylindrisch ausgestaltet. Schon aus fertigungstechnischen Gründen ist diese Bauform bevorzugt, da alle strukturierten Lagen die gleiche Form aufweisen können.

**[0010]** Weiterhin wird erfindungsgemäß ein Konuswinkel zur Mittelachse von 25° bis 85° vorgeschlagen, bevorzugt 40° bis 70°, wobei für viele Anwendungen ein Winkel von etwa 45° besonders geeignet ist.

**[0011]** Um eine relativ einfache Fertigung zu ermöglichen, sieht eine Ausführungsform der Erfindung vor, dass mindestens eine strukturierte Lage im Wechsel mit mindestens einer Zwischenlage angeordnet ist, wobei beide Lagen wendelförmig aufeinander geschichtet sind. Die Zwischenlage dient im Wesentlichen dazu, den Abstand zwischen den strukturierten Lagen aufrecht zu erhalten, so dass diese nicht mit ihren Strukturen ineinander rutschen können.

**[0012]** Eine wesentliche Problematik bei der Herstellung erfindungsgemäßer Wabenkörper besteht darin, die einzelnen Lagen so auszugestalten, dass sie in die gewünschte Wendelform gebracht werden können und die gewünschten Struktureigenschaften haben. Da für solche Wabenkörper typischerweise verwendete Bleche als lange gerade Streifen, aufgewickelt in sogenannten Coils, geliefert werden, ist eine geeignete Umformung erforderlich, wobei diese die durch den Werkstoff gegebenen Grenzen nicht überschreiten darf. In einer Ausführungsform der Erfindung werden die strukturierten Lagen so geformt,

dass die die Kanäle bildende Strukturhöhe der strukturierten Blechlage im Wesentlichen konstant ist und die Kanalquerschnittsflächen von innen nach außen zunehmen.

**[0013]** Durch die konstante Strukturhöhe bleibt der Verlauf aufeinanderfolgender Lagen in dem Wabenkörper in etwa parallel, was bspw. bei konischen Wabenkörpern mit von einer Stirnseite zur anderen verlaufenden Kanälen zunehmender Querschnittsflächen nicht der Fall ist.

**[0014]** Die konstante Strukturhöhe lässt sich in einem Ausführungsbeispiel der Erfindung insbesondere dadurch erreichen, dass die strukturierte Blechlage eine Struktur aufweist, die im Zusammenwirken mit angrenzenden Zwischenlagen Kanäle bildet, deren Berandung durch eine Flankenwellung der strukturierten Blechlage überall im Wesentlichen die gleiche Länge hat, aber deren Kanalquerschnittsfläche bei etwa konstanter Strukturhöhe von innen nach außen zunimmt. Dies bedeutet, dass die Flankenwellung innen eine ziemlich starke Krümmung aufweist, also in sehr engen Wellungen verläuft, während sie im äußeren Bereich immer weiter auseinandergezogen wird, so dass die zugehörige Kanalquerschnittsfläche immer größer wird. Solche Wellformen lassen sich mit bekannten Maschinen zur Wellung von Blechlagen und ein anschließendes Auseinanderziehen einer Seite bzw. ein anschließendes Zusammenstauchen der anderen Seite herstellen.

**[0015]** Sofern man für den gesamten Wabenkörper gleichartige Lagen einsetzt, entsteht erfindungsgemäß eine Form, bei der der Hohlraum gegenüber der Mantelfläche axial versetzt angeordnet ist, so dass der Wabenkörper eine erste konische und eine zweite hohlkonische Stirnseite aufweist. Diese Form ist strömungstechnisch günstig nutzbar und erlaubt insbesondere die Kombination mit anderen Wabenkörpern zur Ausnutzung vorhandener Freiräume.

**[0016]** Da die Herstellung von wendelförmig verlaufenden kontinuierlichen glatten Blechlagen eine sehr starke Verformung erfordern würde, wird bei einem Ausführungsbeispiel der Erfindung vorgeschlagen, alle Lagen strukturiert zu gestalten, und zwar abwechselnd strukturierte Blechlagen mit einer groben Struktur und Zwischenlagen mit einer feinen Struktur, wobei die Dimensionen von grober und feiner Struktur sich um mindestens einen Faktor 3, vorzugsweise um einen Faktor 5 bis 10, unterscheiden. Durch die Verwendung unterschiedlicher Dimensionen bei der Struktur wird erreicht, dass sich durch die grobe Struktur im Wesentlichen die Form der Kanäle ergibt, während die feine Struktur der Zwischenlagen ein Ineinanderrutschen der groben Strukturen verhindert. Auf diese Weise lassen sich daher zwei wendelförmig geformte unterschiedliche strukturierte Lagen zu ei-

nem sehr gleichmäßigen Wabenkörper aufeinander-schichten.

**[0017]** Eine alternative Ausführungsform ist die Verwendung von Zwischenlagen mit Schlitzten, die vorzugsweise von der äußeren Mantelfläche nach innen verlaufen und außen aufgespreizt sind. Auf diese Weise entsteht eine innen zusammenhängende Zwischenlage, die das Ineinanderrutschen der strukturierten Blechlagen verhindern kann, auch wenn die Schlitzte nach außen immer weiter geöffnet sind.

**[0018]** Alternativ, allerdings mit dem Verlust von Material bei der Produktion verbunden, ist eine Ausgestaltung der Erfindung, bei der die Zwischenlage mit dreieckigen Ausschnitten versehen ist, die so bemessen sind, dass die Zwischenlage nach Biegen in ihre wendelförmige Endform wieder eine annähernd geschlossene Zwischenlage bildet. Auf diese Weise lässt sich ohne starke Verformung die gewünschte wendelförmige Form der Zwischenlage erreichen und außerdem ein Ineinanderrutschen der strukturierten benachbarten Blechlagen sicher vermeiden.

**[0019]** Eine weitere fertigungstechnische Alternative besteht erfindungsgemäß darin, die Zwischenlage entlang von Faltlinien so zu falten, dass sich Überlappungen mit dreifacher Materialstärke bilden und ein annähernd wendelförmiger Verlauf der Zwischenlage entsteht. Hierbei sind keine Schneidwerkzeuge erforderlich und es entsteht auch kein Abfall, allerdings kann ein Teil der Flächen durch die Überlappungen nicht mehr für einen Kontakt mit einem hindurchströmenden Fluid genutzt werden. Trotzdem ist diese Bauform für eine kontinuierliche Produktion sehr hilfreich und die entstehenden Überlappungen stellen bei den typischerweise verwendeten dünnen Blechen kein produktionstechnisches Problem dar.

**[0020]** Bei einer anderen Ausführungsform der Erfindung werden als Zwischenlage ein Draht oder mehrere Drähte eingelegt, die wendelförmig zwischen den strukturierten Blechlagen verlaufen, vorzugsweise in in den strukturierten Blechlagen vorgefertigten Einlegenuten. Die Einlegenuten können bei der Formgebung der strukturierten Blechlagen direkt mit erzeugt werden und es genügen im Allgemeinen schon zwei mit Abstand zueinander verlaufende Drähte, um ein Ineinanderrutschen der strukturierten Blechlagen sicher zu vermeiden. Je nach Art der Strukturen kann sogar schon ein Draht ausreichen, bei großen Wabenkörpern sind drei oder mehr Drähte vorteilhaft.

**[0021]** Erfindungsgemäß kommen für die strukturierten Blechlagen, bevorzugt für alle in dem Wabenkörper verwendeten Lagen, hochtemperaturkorrosionsbeständige Materialien in Betracht, insbesondere Stähle, die Chrom und/oder Aluminium und/oder Nickel enthalten. Für hohe Temperaturen, insbesondere in Abgasanlagen von Kraftfahrzeugen haben

sich solche Materialien bewährt. Sie lassen sich außerdem durch erprobte Löttechniken untereinander verbinden, insbesondere durch Hochtemperaturvakuumlöten. Diese Verbindungstechnik kommt insbesondere auch für die erfindungsgemäßen Wabenkörper an den Berührungsstellen der Lagen zur Anwendung, um den Körper zu stabilisieren.

**[0022]** Bei Wabenkörpern, die für die Abscheidung von Teilchen, insbesondere Rußpartikeln, eingesetzt werden, ist es vorteilhaft, zumindest einen Teil der Lagen aus porösem Material vorzusehen, vorzugsweise aus einem porösen metallischen Material, insbesondere aus Metallfasermaterial und/oder Sintermaterial. Solche Materialien verbessern die Abscheidung von Rußpartikeln und erlauben eine Strömungsführung, bei denen zumindest ein Teil der Strömung innerhalb des porösen Materials verläuft.

**[0023]** Die beschriebenen Wabenkörper werden erfindungsgemäß bevorzugt als Katalysatorträgerkörper eingesetzt, also mit einer katalytisch aktiven Beschichtung versehen, die die Umsetzung von Schadstoffen in einem Abgas fördert.

**[0024]** Die erfindungsgemäße Bauform eines Wabenkörpers erfordert es nicht, dass der Hohlraum an einem Ende geschlossen ist, so dass alles dem Hohlraum zugeführte Abgas durch den Wabenkörper schräg nach außen strömt. Es ist möglich, den Hohlraum an beiden Seiten offen zu gestalten und einen weiteren Wabenkörper, insbesondere einen zylindrischen, axial durchströmbaren Wabenkörper kombiniert mit dem erfindungsgemäßen Wabenkörper anzuordnen, insbesondere in einem gemeinsamen Gehäuse und mit fluchtenden geometrischen Mittelachsen. Auf diese Weise kann ein vorhandener Bauraum besonders gut ausgenutzt werden und es entstehen geringere Druckverluste als bei herkömmlichen Anordnungen.

**[0025]** Bei einer bevorzugten Anwendung der Erfindung ist der beschriebene Wabenkörper Teil eines Abgasbehandlungssystems, vorzugsweise eines Verbrennungsmotors, insbesondere eines Kraftfahrzeugs.

**[0026]** Ausführungsbeispiele und das Umfeld der Erfindung werden im Folgenden anhand der Zeichnung näher beschrieben. Die Erfindung ist nicht auf diese Ausführungsbeispiele beschränkt, jedoch können anhand verschiedener Figuren beschriebene Merkmale in sinnvoller Weise miteinander kombiniert werden. Es sei darauf hingewiesen, dass ein Teil der anhand der Zeichnungen beschriebenen Bauformen und Herstellungsverfahren sich auch für die Serienproduktion von Wabenkörpern mit exakt radial nach außen verlaufenden Kanälen eignet, also mit Kanälen, die senkrecht zu einer geometrischen Mittelachse nach außen verlaufen. Ein Teil der Figuren zeigt

zur Veranschaulichung solche Bauformen, obwohl sich die vorliegende Erfindung auf schräg verlaufende Kanäle und im Wesentlichen trichterförmige Lagen bezieht. Die gezeigten Darstellungen enthalten aber ebenso wichtige Konzepte für die Herstellung von exakt radialen Kanälen in Wabenkörpern, die Gegenstand anderer Erfindungen sind. Es zeigen:

**[0027]** [Fig. 1](#): schematisch eine perspektivische Ansicht eines erfindungsgemäßen Wabenkörpers,

**[0028]** [Fig. 2](#): einen Längsschnitt durch die geometrische Mittelachse von [Fig. 1](#),

**[0029]** [Fig. 3](#): eine erfindungsgemäß strukturierte Blechlage,

**[0030]** [Fig. 4](#): ein erstes Ausführungsbeispiel für Kanalförmigkeiten der strukturierten Blechlage,

**[0031]** [Fig. 5](#), [Fig. 6](#), [Fig. 7](#), [Fig. 8](#): eine Veranschaulichung eines zweiten Ausführungsbeispiels erfindungsgemäßer Kanalförmigkeiten,

**[0032]** [Fig. 9](#): einen Ausschnitt aus einer erfindungsgemäßen wendelförmigen strukturierten Blechlage,

**[0033]** [Fig. 10](#): die Blechlage nach [Fig. 9](#) mit einer Zwischenlage,

**[0034]** [Fig. 11](#): einen Teilbereich eines erfindungsgemäßen Wabenkörpers aus strukturierter Blechlage und glatter Zwischenlage,

**[0035]** [Fig. 12](#): schematisch den Herstellungsprozess eines erfindungsgemäßen Wabenkörpers unter Verwendung von Drähten als Zwischenlage,

**[0036]** [Fig. 13](#): schematisch die bei dem Herstellungsprozess gemäß [Fig. 12](#) entstehenden Formen des die Zwischenlage bildenden Drahts,

**[0037]** [Fig. 14](#): eine ausgeschnittene glatte Zwischenlage mit dreieckigen Ausschnitten,

**[0038]** [Fig. 15](#): schematisch den Aufbau eines Wabenkörpers mit ausgeschnittener glatter Zwischenlage,

**[0039]** [Fig. 16](#): die Endform der ausgeschnittenen glatten Zwischenlage nach dem Einbau,

**[0040]** [Fig. 17](#): eine geschlitzte glatte Zwischenlage in ihrer Endform,

**[0041]** [Fig. 18](#): eine gefaltete glatte Zwischenlage, teilweise in ihrer Endform, und

[0042] **Fig. 19:** eine kombinierte Anordnung von einem erfindungsgemäßen Wabenkörper mit einem zylindrischen Wabenkörper.

[0043] **Fig. 1** zeigt schematisch den grundsätzlichen Aufbau eines Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Wabenkörpers **1** mit strukturierten Blechlagen **2** als wichtiger Bestandteil, die sich etwa konzentrisch um eine geometrische Mittelachse **4** erstrecken und einzeln jeweils etwa die Form eines Trichters haben. Im Inneren des Wabenkörpers befindet sich ein zylindrischer Hohlraum **5**. Außen werden die strukturierten Blechlagen **2** von einer äußeren Mantelfläche **6** begrenzt.

[0044] **Fig. 2** zeigt einen schematischen Längsschnitt durch die geometrische Mittelachse **4** der **Fig. 1**. Dabei wird erkennbar, dass von dem Hohlraum **5** zahlreiche Kanäle **7** schräg nach außen führen, und zwar mit einem Konuswinkel  $\alpha$  gegenüber der Richtung der geometrischen Mittelachse **4**, wobei alle Kanäle an der äußeren Mantelfläche **6** enden. Auf diese Weise bildet sich eine konische Stirnseite **11** und eine hohlkonische Stirnseite **10**.

[0045] **Fig. 3** zeigt nochmals in schematischer Darstellung perspektivisch eine einzelne strukturierte Blechlage **2**, die sich trichterförmig um den Hohlraum **5** erstreckt. Zu erkennen ist dabei auch die in diesem Ausführungsbeispiel gewählte besondere Kanalform, die in **Fig. 4** genauer gezeigt ist.

[0046] **Fig. 4** veranschaulicht das generelle geometrische Problem, aus im Wesentlichen ebenen Blechstreifen Strukturen zu formen, die über die gesamte Breite des Blechstreifens die gleiche Strukturhöhe  $H$  aufweisen, jedoch trotz Verwendung der gleichen Menge an Material als Berandung an einem Ende einen kleineren Querschnitt als am anderen Ende aufweisen, wodurch die gewünschte Trichterform der strukturierten Blechlage **2** herstellbar wird. Die entstehenden Kanäle **7** der strukturierten Blechlage **2** weisen eine nach außen zunehmende Kanalquerschnittsfläche **7i**, **7a** auf.

[0047] Die **Fig. 5**, **Fig. 6**, **Fig. 7** und **Fig. 8** zeigen ein anderes erfindungsgemäßes Ausführungsbeispiel für Strukturen, die bei gleicher Länge der Berandung eines Querschnitts unterschiedliche Kanalquerschnittsflächen über ihren Verlauf aufweisen. Die **Fig. 5** und **Fig. 6** zeigen jeweils den gleichen Teil einer strukturierten Blechlage **2**, jedoch aus verschiedenen Blickrichtungen. Die **Fig. 7** und **Fig. 8** zeigen vergrößert die beiden Enden der in den **Fig. 5** und **Fig. 6** gezeigten Strukturen. Dabei weist die strukturierte Blechlage **2** Kanäle auf, die eine kleinere innere Kanalquerschnittsfläche **7i** und eine größere äußere Kanalquerschnittsfläche **7a** haben. Dies wird erreicht durch eine Flankenwellung, die als innere Flankenwellung **2i** relativ eng aneinander verlaufende Wel-

lenberge und Wellentäler aufweist, während die äußere Flankenwellung **2a** weit auseinander gezogen ist, so dass die Wellentäler und Wellenberge nahezu flach verlaufen. Die Strukturhöhe  $H$  der strukturierten Blechlage **2** ist jedoch an beiden Enden der Kanäle gleich hoch.

[0048] In den folgenden Figuren sind der Einfachheit halber keine trichterförmigen, konischen Lagen dargestellt, sondern flache Strukturen, an denen sich die Einzelheiten der Erfindung leichter veranschaulichen lassen. Entsprechend der vorliegenden Erfindung sollen diese Lagen jedoch zusätzlich zu den dargestellten und beschriebenen Eigenschaften auch noch trichterförmig sein, wie dies in den **Fig. 1** und **Fig. 3** veranschaulicht wird. Es sei allerdings darauf hingewiesen, dass die in den **Fig. 9–Fig. 18** beschriebenen Ausführungsformen und Herstellungsmethoden sich grundsätzlich auch für die Herstellung von Wabenkörpern mit rein radial verlaufenden Kanälen eignen, wie sich unmittelbar aus den Darstellungen ergibt. Auch solche Bauformen können in erfindungsgemäßer Weise Teile der gestellten Aufgaben lösen.

[0049] Die **Fig. 9**, **Fig. 10** und **Fig. 11** veranschaulichen, wie eine strukturierte Blechlage **2** mittels einer glatten Zwischenlage **3** zu einem wendelförmigen Gebilde aufgewickelt bzw. geschichtet werden kann, wobei die Zwischenlage **3** verhindert, dass die Strukturen der strukturierten Blechlage **2** beim Aufeinanderschichten ineinander rutschen. Dabei veranschaulicht **Fig. 11** einen Teilbereich eines so entstehenden Wabenkörpers mit einem Hohlraum **5** und einer äußeren Mantelfläche **6**, wobei die wendelförmige Anordnung der strukturierten Blechlage **2** und der Zwischenlage **3** zu erkennen ist. In der Darstellung fehlt nur die zusätzliche trichterförmige Ausgestaltung, die erfindungsgemäß vorhanden sein soll, jedoch zur besseren Veranschaulichung geglättet dargestellt wurde.

[0050] **Fig. 12** veranschaulicht ein anderes Ausführungsbeispiel der Erfindung, bei dem die Zwischenlage durch zwei Drähte **8** gebildet wird, die vorzugsweise einen Dicke von 0,1 bis 1 mm aufweisen. Wie schematisch angedeutet, entsteht aus einem glatten, meist zu einem sogenannten Coil gewickelten Blechband durch geeignete Wellung eine wendelförmige strukturierte Blechlage **2**, wobei beim Strukturieren im inneren und äußeren Bereich Einlegenueten **9** vorgesehen werden können. In diese Einlegenueten **9** wird beim wendelförmigen Schichten jeweils ein Draht **8** von einer schematisch angedeuteten Vorratsrolle eingelegt, so dass die beiden Drähte **8** eine Zwischenlage bilden, sofern die Einlegenueten **9** nicht tiefer als die Dicke der Drähte **8** ist. In diesem Falle bewirken die Drähte **8**, die im Verhältnis zur Strukturhöhe  $H$  der strukturierten Blechlage **2** dünn sein müssen, dass die aufeinandergeschichteten strukturierten Blechlagen nicht ineinander rut-



schen können. Diese Bauform hat den zusätzlichen Vorteil, dass sich größere Kanalquerschnitte bilden, weil die Kanäle nicht durch eine durchgehende Zwischenlage begrenzt werden.

**[0051]** **Fig. 13** veranschaulicht nochmals die sich bei dem Herstellungsprozess gemäß **Fig. 12** bildenden Formen der Drähte **8**, die ihrerseits im fertigen Wabenkörper wendelförmig verlaufen.

**[0052]** **Fig. 14** veranschaulicht eine andere erfindungsgemäße ausgeschnittene glatte Zwischenlage **13**, in welcher etwa dreieckige Ausschnitte **12** vorgesehen sind, so dass eine Verformung zu einer wendelförmigen Zwischenlage leicht möglich ist. Dies veranschaulicht die **Fig. 15**, bei der die ausgeschnittene glatte Zwischenlage **13** teilweise schon in ihre Endform gebracht ist. Man erkennt, dass die dreieckigen Ausschnitte **12** gerade so bemessen sind, dass sich im fertigen Zustand eine praktisch geschlossene Zwischenlage **13** ergibt, die wiederum das Ineinanderrutschen von Strukturen der strukturierten Blechlage **2** vollständig verhindert. Bei dieser Herstellungsweise entstehen allerdings Materialabfälle in Form der dreieckigen Ausschnitte **12**. Dafür bildet sich jedoch, wie **Fig. 16** nochmals veranschaulicht, eine praktisch geschlossene wendelförmige ausgeschnittene glatte Zwischenlage **13**, deren einzelne Segmente außen zusammenhängen und innen den Hohlraum **5** freilassen.

**[0053]** Eine alternative Ausführungsform zeigt **Fig. 17**, bei der eine geschlitzte glatte Zwischenlage **23** dargestellt ist. Hier verlaufen Schlitzte von einem zusammenhängenden, den Hohlraum **5** umgebenden Bereich nach außen, so dass kein Abfallmaterial entsteht, jedoch dreieckige, sich von innen nach außen öffnende Schlitzte vorhanden sind. Trotzdem kann eine solche geschlitzte glatte Zwischenlage **23** das Ineinanderrutschen von Strukturen benachbarter strukturierter Blechlagen weitgehend verhindern.

**[0054]** Eine weitere Form einer gefalteten glatten Zwischenlage **33** ist in **Fig. 18** veranschaulicht. Da in Wabenkörpern typischerweise Blechlagen mit einer Dicke von 20 µm bis 120 µm eingesetzt werden, spielt es für die Endform keine große Rolle, wenn in einzelnen Bereichen Blechlagen überlappen. Dies macht sich die Ausführungsform gemäß **Fig. 18** zunutze, in der die Zwischenlage **33** entlang der Faltlinien **32** gefaltet ist, wodurch im Überlappungsbereich etwa in Form von Dreiecken entstehen. Auf diese Weise lässt sich, je nach Anzahl der Faltlinien **32**, sehr gut die gewünschte Form einer Zwischenlage aus einem glatten Blechstreifen in Wendelform bzw. in Wendelform und Trichterform herstellen.

**[0055]** Eine Serienproduktion von erfindungsgemäßen Wabenkörpern aus Blechstreifen durch wendel-

förmiges Schichten von strukturierten Blechlagen **2** und Zwischenlagen **3** ist daher möglich.

**[0056]** **Fig. 19** veranschaulicht, wie ein erfindungsgemäßer Wabenkörper **1** mit einem herkömmlichen zylindrischen Wabenkörper **16** in einem gemeinsamen Gehäuse **20** angeordnet werden kann. Von einem Einlass **14** kann ein zu reinigendes Fluid, insbesondere Abgas eines Verbrennungsmotors, in den Hohlraum **5** des erfindungsgemäßen konischen Wabenkörpers **1** strömen, wobei ein Teil des Fluids durch Kanäle **7** der äußeren Mantelfläche **6** gelangt. Dieser Teil des Fluids wird in einem Sammelraum **17** gesammelt, außen um den zylindrischen Wabenkörper **16** herumgeführt und gelangt dann in einen Mischraum **18** und zu einem Auslass **19**. Ein anderer Teil des Fluids strömt von dem Hohlraum **5** in den zylindrischen Wabenkörper **16**, der nicht weiter dargestellte axiale Kanäle enthält, so dass auch dieser Teil des Fluids in den Mischraum **18** und zum Auslass **19** gelangt. Besonders vorteilhaft ist es, wenn der konische Wabenkörper **1** und der zylindrische Wabenkörper **16** entlang einer gemeinsamen geometrischen Mittelachse **4** fluchtend angeordnet sind. Diese Ausführungsform ist ein Beispiel für Anwendungsmöglichkeiten von konischen Wabenkörpern zur günstigen Ausnutzung von vorhandenem Bau- und zur Verringerung von Druckverlusten bei Bereitstellung einer vorgegebenen Oberfläche zur katalytischen Umsetzung oder Abscheidung von Partikeln.

**[0057]** Die Erfindung ermöglicht insgesamt eine flexible und an verschiedene Einbausituationen angepasste Verwendung von konischen Wabenkörpern allein oder in Verbindung mit anderen Wabenkörpern zur Behandlung von Fluiden, insbesondere zur Reinigung von Abgasen bei Verbrennungsmotoren, insbesondere in Kraftfahrzeugen.

#### Bezugszeichenliste

<b>1</b>	konischer Wabenkörper
<b>2</b>	strukturierte Blechlage
<b>2i</b>	innere Flankenwellung
<b>2a</b>	äußere Flankenwellung
<b>3</b>	Zwischenlage
<b>4</b>	geometrische Mittelachse
<b>5</b>	Hohlraum
<b>6</b>	äußere Mantelfläche
<b>7</b>	Kanäle
<b>7i</b>	innere Kanalquerschnittsfläche
<b>7a</b>	äußere Kanalquerschnittsfläche
<b>8</b>	Draht
<b>9</b>	Einlegenut
<b>10</b>	hohlkonische Stirnseite
<b>11</b>	konische Stirnseite
<b>12</b>	dreieckiger Ausschnitt
<b>13</b>	ausgeschnittene glatte Zwischenlage
<b>14</b>	Einlass

<b>16</b>	zylindrischer Wabenkörper
<b>17</b>	Sammelraum
<b>18</b>	Mischraum
<b>19</b>	Auslass
<b>20</b>	Gehäuse
<b>22</b>	Schlitz
<b>23</b>	geschlitzte glatte Zwischenlage
<b>31</b>	Überlappung
<b>32</b>	Faltlinie
<b>33</b>	gefaltete glatte Zwischenlage
<b>H</b>	Strukturhöhe
<b><math>\alpha</math></b>	Konuswinkel

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- EP 0676534 B1 [[0004](#)]
- DE 10235691 B1 [[0004](#)]



## Patentansprüche

1. Aus Lagen (2, 3) gewickelter und/oder geschichteter Wabenkörper (1) mit einer geometrischen Mittelachse (4) und einem um die Mittelachse (4) herum rotationssymmetrisch angeordneten Hohlraum (5) sowie einer äußeren Mantelfläche (6), wobei jede Lage (2, 3) annähernd konzentrisch um die Mittelachse (4) verläuft, wobei mindestens eine der Lagen (2) zumindest teilweise strukturiert ist, so dass die Lagen (2, 3) eine Vielzahl von für ein Fluid durchströmbar Kanälen (7) bilden, die von dem Hohlraum (5) in einem nicht rechten Konuswinkel ( $\alpha$ ) zur Mittelachse (4) nach außen zur äußeren Mantelfläche (6) verlaufen, und wobei die Kanäle (7) einen sich in ihrem Verlauf von innen nach außen ändernden Kanalquerschnitt (7i, 7a) aufweisen.

2. Wabenkörper (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Hohlraum (5) und/oder die Mantelfläche (6) zylindrisch sind.

3. Wabenkörper (1) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Konuswinkel ( $\alpha$ ) zur Mittelachse (4) 25° bis 85° beträgt, vorzugsweise 40° bis 70°, insbesondere etwa 45°.

4. Wabenkörper (1) nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine strukturierte Lage (2) im Wechsel mit mindestens einer Zwischenlage (3; 8; 13; 23; 33) angeordnet ist, wobei beide Lagen wendelförmig aufeinander geschichtet sind.

5. Wabenkörper (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die die Kanäle (7) bildende Strukturhöhe (H) der strukturierten Blechlage (2) im Wesentlichen konstant ist und die Kanalquerschnittsflächen (7i, 7a) von innen nach außen zunehmen.

6. Wabenkörper (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die strukturierte Blechlage (2) eine Struktur aufweist, die im Zusammenwirken mit angrenzenden Zwischenlagen (3) Kanäle (7) bildet, deren Berandung durch eine Flankenwellung (2i, 2a) der strukturierten Blechlage (2) überall im Wesentlichen die gleiche Länge hat, aber deren Kanalquerschnittsfläche (7i, 7a) bei etwa konstanter Strukturhöhe (H) von innen nach außen zunimmt.

7. Wabenkörper (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Hohlraum (5) gegenüber der Mantelfläche (6) axial versetzt angeordnet ist, so dass der Wabenkörper eine erste konische (11) und eine zweite hohlkonische (10) Stirnseite aufweist.

8. Wabenkörper (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass alle Lagen (2, 3) strukturiert sind, und zwar abwechselnd strukturierte Blechlagen (2) mit einer groben Struktur und Zwischenlagen (3) mit einer feinen Struktur, wobei die Dimensionen von grober und feiner Struktur sich um mindestens einen Faktor 3, vorzugsweise um einen Faktor 5 bis 10, unterscheiden.

9. Wabenkörper (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Zwischenlage (23) mit Schlitzten (22) versehen ist, vorzugsweise ausgehend von der äußeren Mantelfläche (6) nach innen entlang dem Verlauf der Kanäle (7).

10. Wabenkörper (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Zwischenlage (13) mit dreieckigen Ausschnitten (12) versehen ist, die so bemessen sind, dass die Zwischenlage nach Biegen in ihre wendelförmige Endform wieder eine annähernd geschlossene Zwischenlage bildet.

11. Wabenkörper (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Zwischenlage (33) entlang von Faltlinien (32) so gefaltet ist, dass sich Überlappungen (31) mit dreifacher Materialstärke bilden und ein annähernd wendelförmiger Verlauf der Zwischenlage (33) vorliegt.

12. Wabenkörper (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Zwischenlage von einem oder mehreren Drähten (8) gebildet ist, die wendelförmig zwischen den strukturierten Blechlagen (2) verlaufen, vorzugsweise in in den strukturierten Blechlagen (2) vorgefertigten Einlegenuten (9).

13. Wabenkörper (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest die strukturierten Blechlagen (2) aus einem hochtemperaturkorrosionsbeständigen Material bestehen.

14. Wabenkörper (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein Teil der Lagen (2, 3) aus porösem Material besteht, vorzugsweise aus einem porösen metallischen Material, insbesondere aus Metallfasermaterial und/oder Sintermaterial.

15. Wabenkörper (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Wabenkörper (1) mit einer katalytisch aktiven Beschichtung beschichtet ist.

16. Wabenkörper (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass dieser kombiniert mit einem zylindrischen, axial durchströmbar Wabenkörper (16) angeordnet ist, insbe-

sondere in einem gemeinsamen Gehäuse (20) und mit fluchtenden geometrischen Mittelachsen.

17. Wabenkörper (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass er Teil eines Abgasbehandlungssystems ist, vorzugsweise eines Verbrennungsmotors, insbesondere eines Kraftfahrzeugs.

Es folgen 9 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

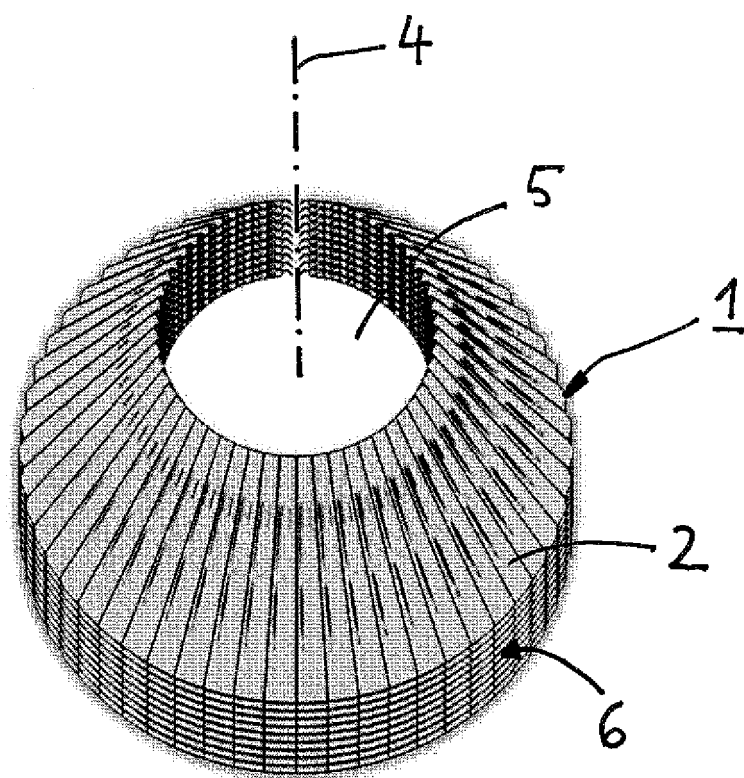


Fig. 1

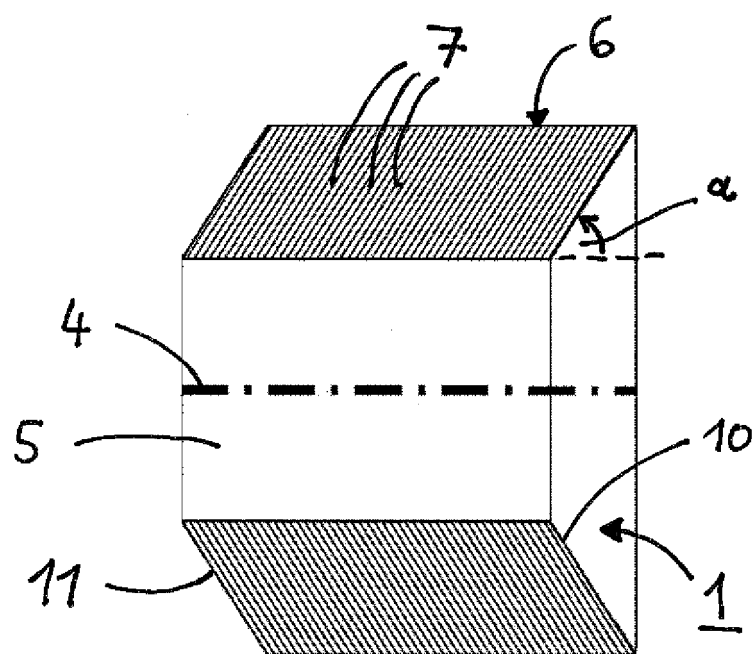
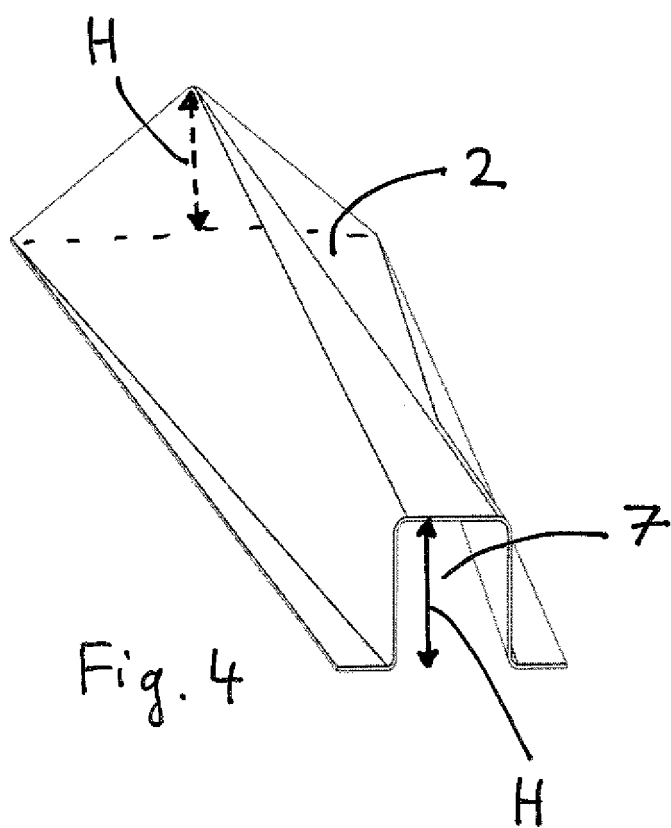
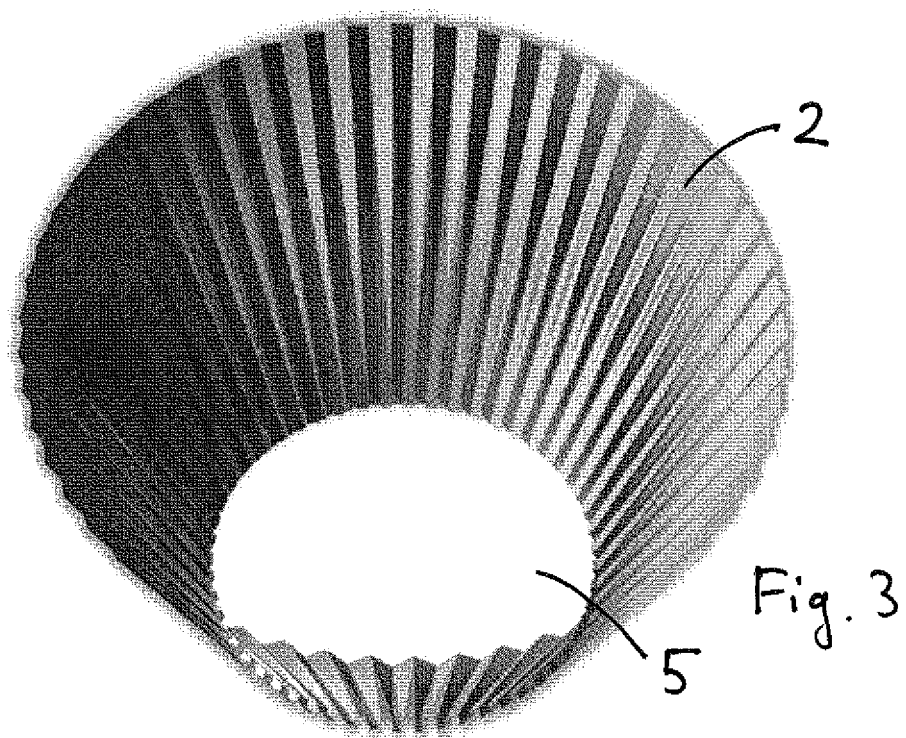
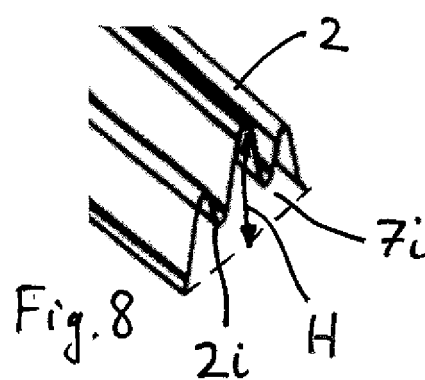
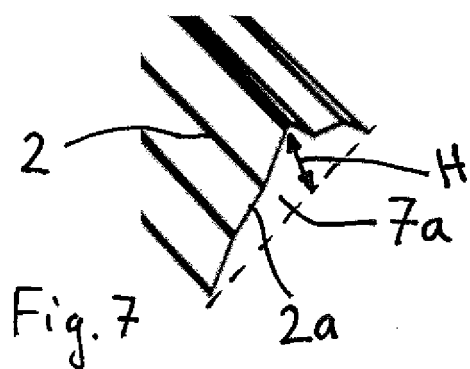
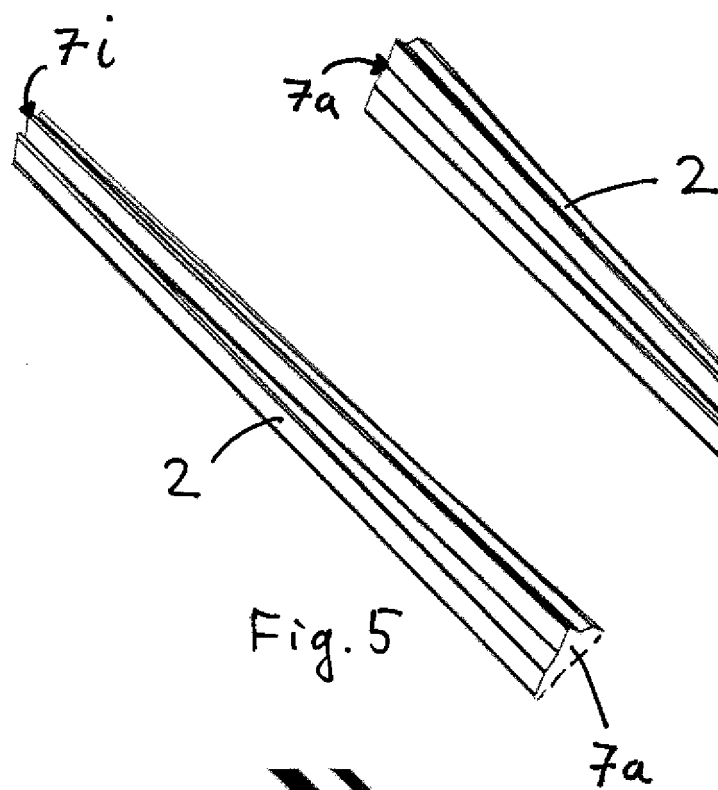
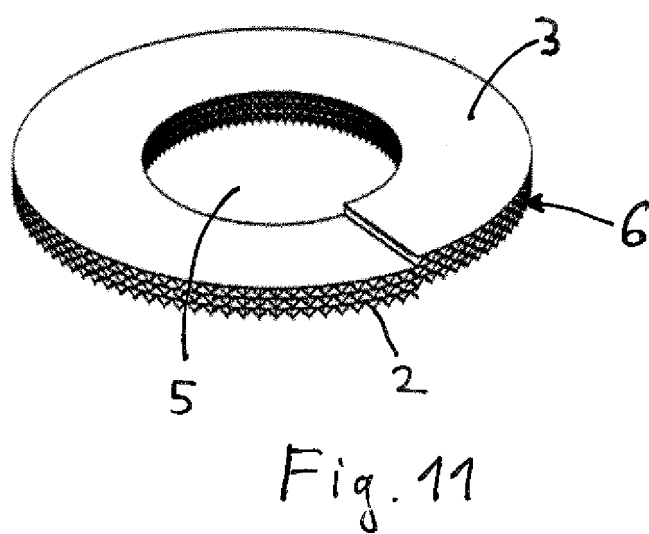
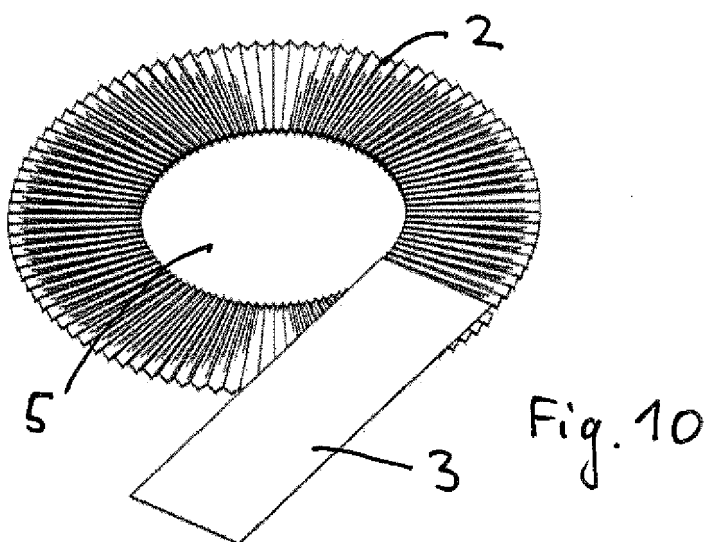
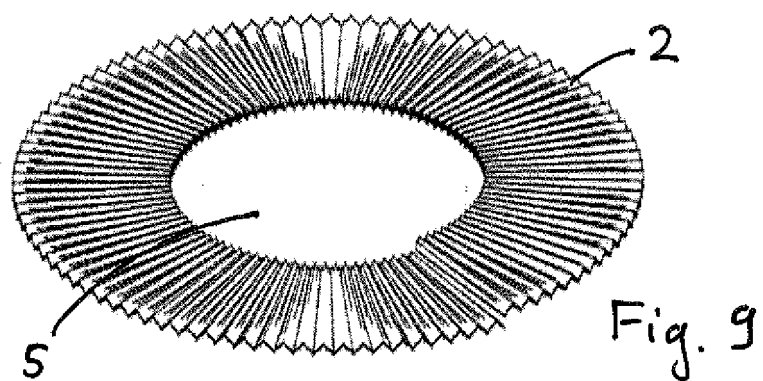
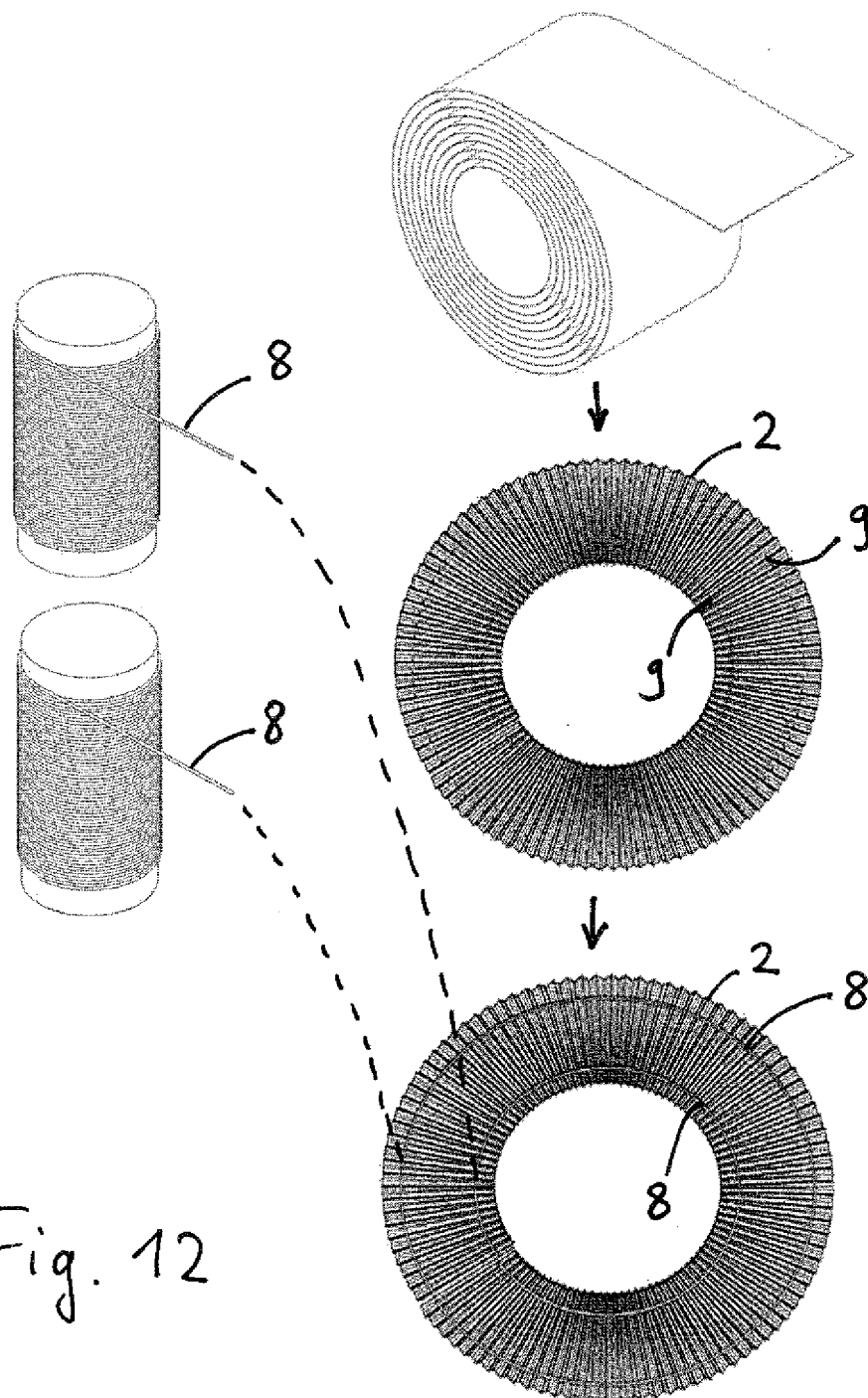


Fig. 2











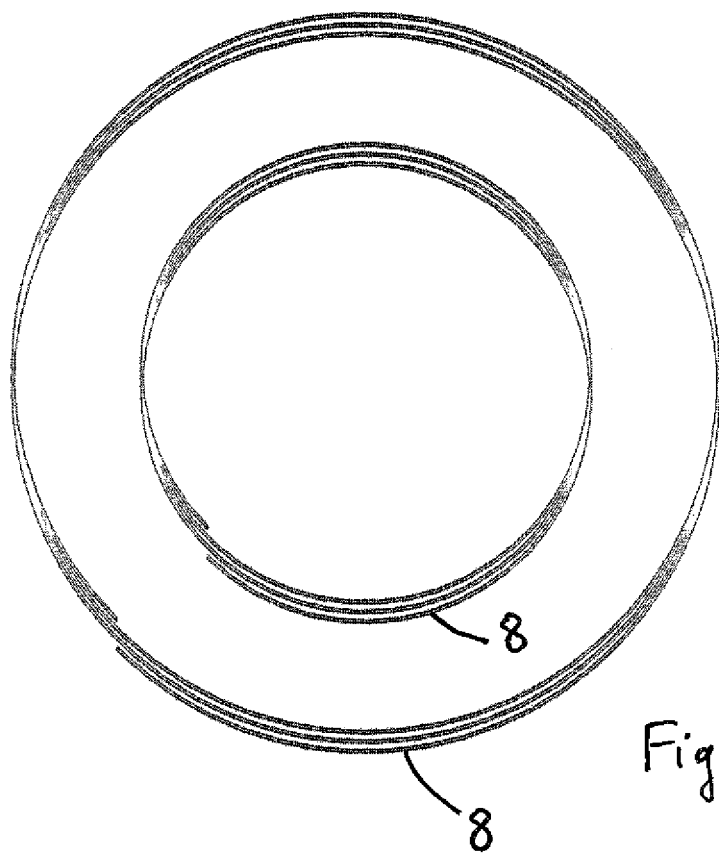


Fig. 13

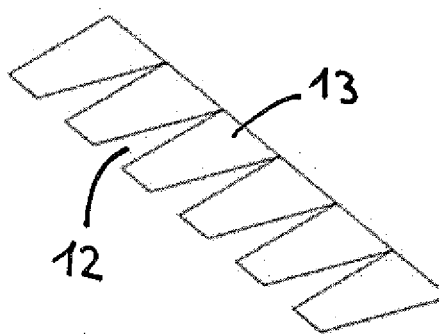


Fig. 14

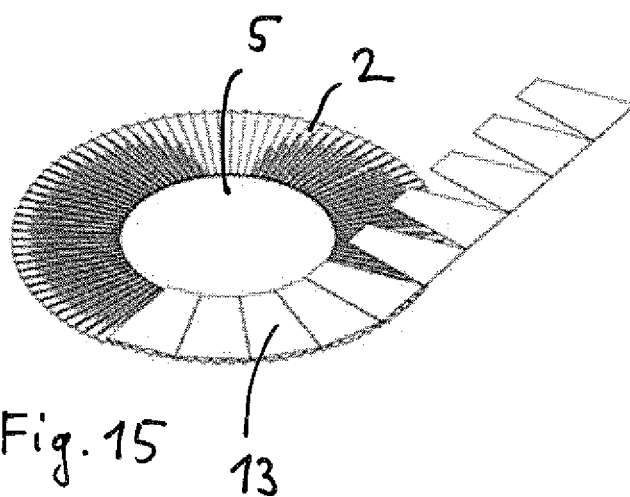
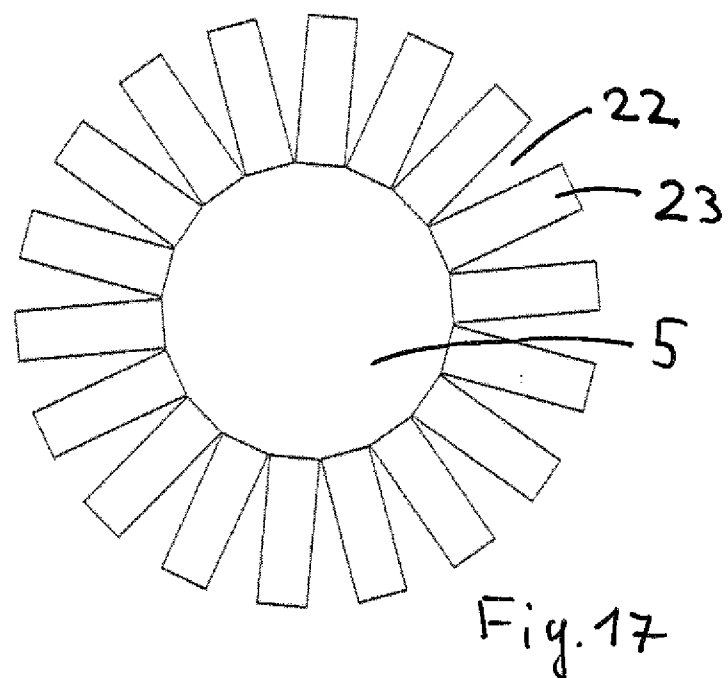
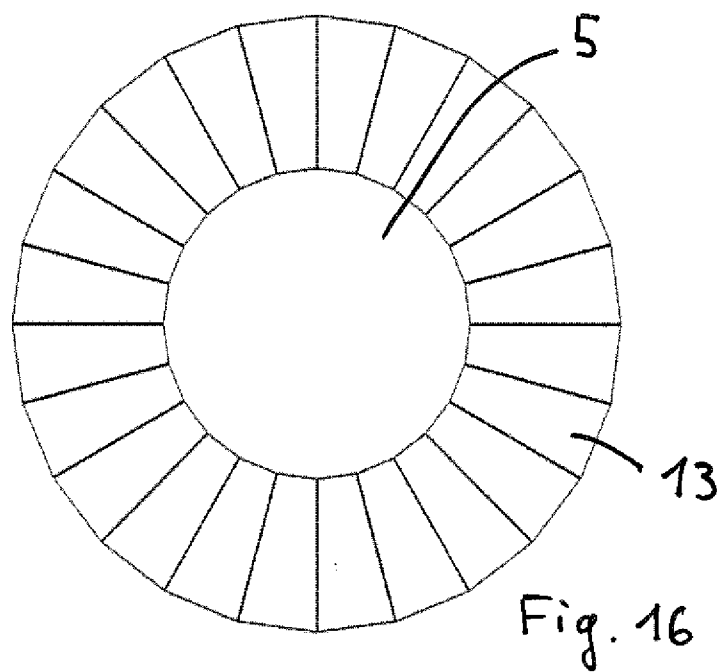


Fig. 15



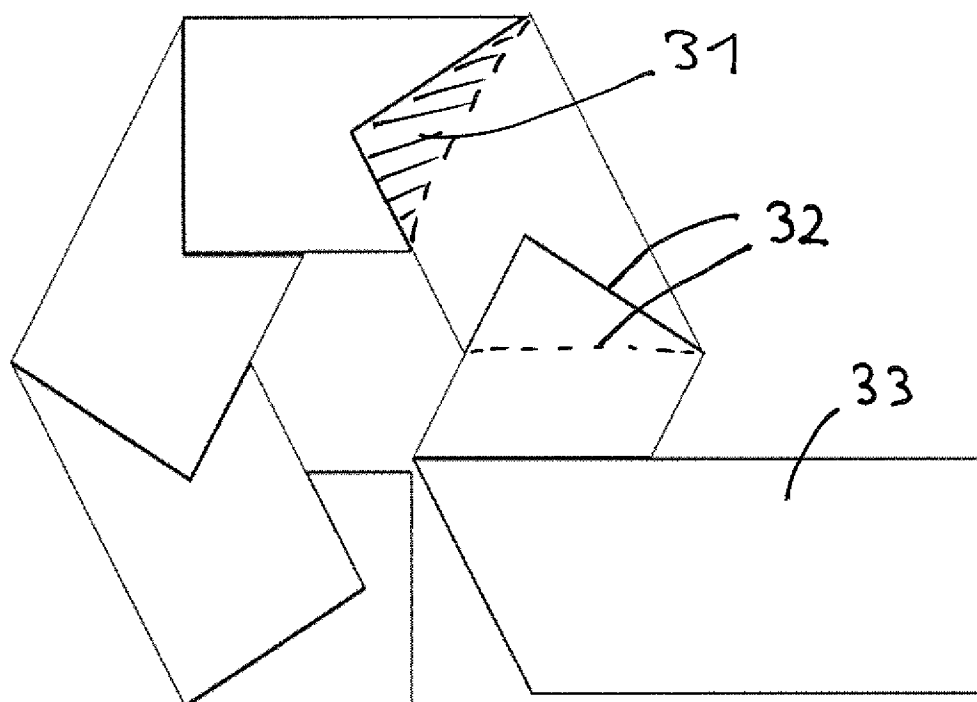


Fig. 18

