



(11)

EP 1 879 708 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
21.04.2010 Patentblatt 2010/16

(51) Int Cl.:
B21D 13/04 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **06742894.6**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2006/004481

(22) Anmeldetag: **12.05.2006**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2006/122718 (23.11.2006 Gazette 2006/47)

(54) **GEREGELTE METALLFOLIENHERSTELLUNG**

CONTROLLED PRODUCTION OF METAL FOIL

PRODUCTION REGULEE DE FEUILLES METALLIQUES

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE ES FR GB IT PL

• **HOSTER, Günter**
51491 Overath (DE)

(30) Priorität: **13.05.2005 DE 102005022238**

(74) Vertreter: **Rössler, Matthias**
KNH Patentanwälte
Kahlhöfer Neumann Rößler Heine
Karlstraße 76
40210 Düsseldorf (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
23.01.2008 Patentblatt 2008/04

(73) Patentinhaber: **Emitec Gesellschaft für Emissionstechnologie mbH**
53797 Lohmar (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A-2004/072446 DE-A1- 4 130 673
US-A1- 2002 002 853

(72) Erfinder:
• **HODGSON, Jan**
53840 Troisdorf (DE)

EP 1 879 708 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Erzeugung sich überlagernder Strukturen in einen Metallfolienabschnitt gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 und des Patentanspruchs 8. Ein solches Verfahren bzw. Vorrichtung ist aus der DE-A-4130673 bekannt. Derartige Metallfolienabschnitte werden bevorzugt zum Aufbau von Wabenkörpern eingesetzt, die zum Beispiel als Abgasbehandlungskomponente in Abgassystemen von Verbrennungskraftmaschinen eingesetzt werden.

[0002] Bei der Abgasbehandlung von mobilen Verbrennungskraftmaschinen, wie z. B. Otto- und Dieselmotoren, ist es bekannt, mindestens eine Abgasbehandlungskomponente in der Abgasleitung anzuordnen, die eine relativ große Oberfläche bereitstellt (wie ein so genannter Wabenkörper). Diese Komponenten werden gegebenenfalls mit einer anwendungsspezifischen (z.B. adsorbierenden, katalytisch aktiven und/oder einer anderen) Beschichtung versehen, wobei aufgrund der großen Oberfläche der Komponente ein inniger Kontakt mit dem vorbeiströmenden Abgas realisiert wird. Solche Komponenten sind beispielsweise Filterelemente zum Herausfiltern von im Abgas enthaltenen Partikeln, Adsorber zum zumindest zeitlich begrenzten Speichern von im Abgas enthaltenen Schadstoffen (z. B. NO_x), katalytische Konverter (z. B. 3-Wege-Katalysator, Oxidationskatalysator, Reduktionskatalysator, etc.), Diffusoren zur Strömungsbeeinflussung bzw. Verwirbelung des hindurchströmenden Abgases oder auch Heizelemente, die das Abgas gerade nach dem Kaltstart der Verbrennungskraftmaschine auf eine gewünschte Temperatur erwärmen. Im Hinblick auf die Einsatzbedingungen im Abgassystem eines Automobils haben sich grundsätzlich folgende Trägersubstrate bewährt: keramische Wabenkörper, extrudierte Wabenkörper und Wabenkörper aus Metallfolien. Aufgrund der Tatsache, dass diese Trägersubstrate an ihre Funktion stets angepasst werden müssen, sind hochtemperaturfeste und korrosionsbeständige Metallfolien besonders gut geeignete Ausgangsmaterialien zu deren Herstellung.

[0003] Es ist bekannt, Wabenkörper mit einer Mehrzahl von zumindest teilweise strukturierten Blechen herzustellen, die anschließend in ein Gehäuse eingebracht werden und somit einen Trägerkörper bilden, der mit einer oder mehreren der oben genannten Beschichtungen versehen werden kann. Die zumindest teilweise strukturierten Bleche werden dabei so angeordnet, dass im wesentlichen parallel zueinander angeordnete Kanäle gebildet sind. Um dies zu gewährleisten, ist ein Teil der Bleche mit einer Struktur versehen, beispielsweise einer Art Wellen-Struktur, Sägezahn-Struktur, Rechteck-Struktur, Dreiecks-Struktur, Omega-Struktur oder dergleichen.

[0004] Weiter ist bekannt, eine zweite Struktur in derartige Blechfolien einzubringen, die insbesondere verhindern soll, dass sich unmittelbar nach Eintritt des Ab-

gases in den Wabenkörper eine laminare Strömung bildet, bei der ein Gasaustausch von im Zentrum eines solchen Kanals liegenden Bereichen des Teilabgasstromes mit den z. B. katalytisch aktiven Kanalwandbereichen nicht in ausreichendem Maße stattfindet. Diese zweite Struktur bzw. Mikrostruktur stellt Anströmlflächen bereit, die eine Verwirbelung der Teilabgasströme im Inneren eines solchen Kanals zur Folge hat. Dies führt zu einer intensiven Mischung der Teilabgasströme selbst, so dass ein inniger Kontakt der im Abgas enthaltenen Schadstoffe mit der Kanalwand gewährleistet ist. Weiterhin ist es möglich, durch derartige zweite Strukturen Strömungspassagen quer zum Kanal zu bilden, die einen Gasaustausch von Teilabgasströmen in benachbarten Kanälen ermöglichen. Aus diesem Grund sind Mikrostrukturen bekannt, die beispielsweise Leitflächen, Noppen, Vorsprünge, Flügel, Laschen, Löcher oder ähnliches umfassen. Insofern gibt es eine deutlich erhöhte Variationsvielfalt bei der Herstellung solcher metallischen Wabenkörper gegenüber solchen aus keramischen Material, weil sich derart komplexe Kanalwände nicht bzw. nur mit besonders hohem technischen Aufwand mit keramischen Material realisieren lassen.

[0005] Diese mit Strukturen versehenen Bleche werden dann (gegebenenfalls abwechselnd mit glatten Zwischenlagen) gestapelt, miteinander verwunden und in ein Gehäuse eingefügt. Somit ist ein Wabenkörper gebildet, der im wesentlichen zueinander parallele Kanäle aufweist.

[0006] Weiter ist es bei der Abgasbehandlung von besonderem Interesse, dass eine Umsetzung der im Abgas enthaltenen Schadstoffen nahezu unverzüglich nach dem Start der Verbrennungskraftmaschine erfolgt. Dabei sollte dies gemäß den gesetzlichen Bestimmungen bzw. Richtlinien mit einer besonders hohen Effektivität stattfinden. Aus diesem Grund wurden in der Vergangenheit immer dünnere Bleche eingesetzt. Diese stellen eine sehr geringe oberflächenspezifische Wärmekapazität dar, d. h., dass dem vorbeiströmenden Abgas relativ wenig Wärme entzogen wird bzw. die Bleche selbst relativ schnell eine Temperaturerhöhung erfahren. Dies ist wichtig, weil die derzeit im Abgassystem eingesetzten katalytisch aktiven Beschichtungen erst ab einer bestimmten Anspringtemperatur mit der Umsetzung der Schadstoffe beginnen, die in etwa bei 230°C bis 270°C liegt. Mit dem Ziel bereits nach wenigen Sekunden diese Schadstoffe mit einer mindestens 98%igen Effektivität umzusetzen, werden Bleche eingesetzt, die eine Blechdicke beispielsweise kleiner 0,1 mm haben, insbesondere sogar kleiner 0,05 mm.

[0007] Aus den oben genannten Zielsetzungen resultieren jedoch eine Reihe fertigungstechnischer und anwendungstechnischer Probleme. So ist beispielsweise anzuführen, dass zur gezielten Einstellung eines Strömungsverhaltens des Abgases in dem Wabenkörper unter Umständen eine exakte Ausrichtung der Mikrostrukturen in den Kanälen erforderlich ist. Darüber hinaus ist zu beachten, dass derartige Metallfolien miteinander fü-

getechnisch verbunden werden, insbesondere miteinander verlötet (Hartlötten, ggf. unter Vakuum) und/oder verschweißt. Das setzt jedoch voraus, dass definierte Kontaktbereiche der Metallfolien zueinander vorliegen. Daraus resultiert, dass eine möglichst präzise Ausrichtung der sich überlagernden Strukturen zu gewährleisten ist. Dies konnte bislang jedoch nicht mit ausreichender Genauigkeit sichergestellt werden. Bedingt durch äußere Einflüsse bei der Herstellung der Strukturen, wie beispielsweise eine Schwingungsanregung der Metallfolien, kommt es zu Abweichungen im Einzugs- und/oder Umformverhalten der Metallfolie. Fertigungsungenauigkeiten bzw. Toleranzen innerhalb der Werkzeuge (wie beispielsweise Rundlauffehler, Lagerfehler, Konturf Fehler von Walzzähnen, etc.) führen zu einer unerwünschten Abweichung der Positionen der Strukturen zueinander, die teilweise periodisch schwankt. Außerdem können Inhomogenitäten des Materials der Metallfolien zu weiteren Abweichungen der Strukturen zueinander führen.

[0008] Strukturierte Blechlagen und Verfahren zu deren Herstellung gehen beispielsweise aus der WO 2004/072446 A1 hervor. Dabei wird insbesondere vorgeschlagen, mit der Einbringung einer Sekundärstruktur gleichzeitig eine Reduzierung der gewellten Primärstruktur-Weite vorzunehmen. Zu diesem Zweck kommen insbesondere Werkzeuge zum Einsatz, die Prägestempel aufweisen, deren Abstand zueinander variiert werden kann.

[0009] Darüber hinaus ist aus der US 2002/0002853 A1 bekannt, dass zur Herstellung von wellenförmigen Flügeln für Plattenwärmetauscher zwei Prozesse, nämlich das Perforieren der Platten und das Biegen der Platten, hintereinander ausgeführt werden, wobei die relative Position zwischen dem Perforationswerkzeug und dem Biegewerkzeug in Richtung des Vorschubs der zu bearbeitenden Platte variabel ist. Die Bewegung der Werkzeuge selbst kann jedoch Vibrationen und/oder Spannungen in die bearbeitende Platte einleiten und zudem erscheint dieses Verfahren auch relativ träge zu sein.

[0010] Zur Einbringung von sich überlagernden Strukturen (hier Löcher und Wellen) in ein Streifenmaterial wird zudem in der DE 41 30 673 A1 ein weiteres Verfahren vorgeschlagen. Das Lochen erfolgt mittels Lochstanzen des Streifenmaterials, wobei die Lochungen im Abstand zueinander und in Überdeckung mit Wellen des Streifenmaterials hergestellt werden. Eine Vorschubrolle ist mit Erhebungen greift dabei in diese Lochungen ein und transportiert das Streifenmaterial mit einer höheren Geschwindigkeit gegenüber der Geschwindigkeit der Wellwalze, um den Längenmehrverbrauch beim Wellen zu kompensieren.

[0011] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, die mit Bezug auf den Stand der Technik geschilderten technischen Probleme zumindest teilweise zu lindern. Insbesondere soll ein Verfahren zur Herstellung derartiger, mehrfach strukturierter Metallfolien angegeben werden, das eine möglichst präzise Ausrichtung der sich überlagernden Strukturen zueinander gewährleistet. Dabei soll

das Verfahren auch den Anforderungen einer Serienfertigung für solche Metallfolien entsprechen und einen zeit- und kostensparenden Weg aufzeigen. Weiterhin soll eine Vorrichtung zur Erzeugung solcher Metallfolien angegeben werden. Die mit dem Verfahren bzw. der Vorrichtung erzeugten Metallfolien sollen eine besonders präzise Ausrichtung der sich überlagernden Strukturen aufweisen und insbesondere zur Herstellung von dauerhaften im Abgassystem von Verbrennungskranmaschinen einsetzbaren Wabenkörpern dienen.

[0012] Diese Aufgaben werden gelöst mit einem Verfahren gemäß den Merkmalen des Patentanspruchs 1 sowie einer Vorrichtung gemäß den Merkmalen des Patentanspruchs 8. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen des Verfahrens bzw. der Vorrichtung sind in den abhängig formulierten Patentansprüchen angegeben. Die in den Patentansprüchen einzeln aufgeführten Merkmale sind in beliebiger, technologisch sinnvoller, Weise miteinander kombinierbar und können durch erläuternde Sachverhalte aus der Beschreibung ergänzt werden, wobei weitere Ausführungsvarianten der Erfindung aufgezeigt werden.

[0013] Das erfindungsgemäße Verfahren zur Erzeugung sich überlagernder Strukturen in einen Metallfolienabschnitt hat zumindest folgende Schritte:

- a) Erzeugen einer Primärstruktur mit einem ersten Werkzeug;
 - b) Weiterleiten des Metallfolienabschnitts hin zu einem zweiten Werkzeug, wobei das zweite Werkzeug mindestens eine formgebende Profilwalze aufweist, die das Weiterleiten des Metallfolienabschnitts bewirkt;
 - c) Erzeugen einer Sekundärstruktur mit dem zweiten Werkzeug;
- wobei das Verfahren durch folgende Schritte gekennzeichnet ist:
- d) Bestimmen einer räumlichen Lage von Primärstruktur und Sekundärstruktur in zumindest einem Teilbereich des Metallfolienabschnitts;
 - e) Erkennen einer Misslage und Anpassen eines Betriebsparameters der mindestens einen Profilwalze.

[0014] Üblicherweise erfolgt die Herstellung derartiger Strukturen in einem kontinuierlichen Prozess (bzw. mit einer Frequenz größer 1 Vorschubschritt pro Sekunde), wobei die Metallfolie von einer Haspel abgerollt und den Werkzeugen zugeführt wird. Bei dem hier geschilderten Verfahren wird deshalb ein Metallfolienabschnitt betrachtet, der umgeformt wird. Demnach ist der Metallfolienabschnitt zunächst glatt und wird dem ersten Werkzeug zur Erzeugung einer Primärstruktur zugeführt. Die Primärstruktur ist hier bevorzugt eine Mikrostruktur, also z. B. eine Prägung oder Ausstanzung, die sich nur auf einen kleinen Bereich des Metallfolienabschnitts erstreckt und die insbesondere zur Strömungsbeeinflussung des Abgases später im Kanal vorgesehen wird. Daneben kann eine solche Primärstruktur auch eine vorbe-

reitende Maßnahme zur späteren Ausbildung von (anderen bzw. weiteren) Mikrostrukturen sein, beispielsweise Schlitzte, an denen nachfolgend noch Teilbereiche der Metallfolie deformiert werden, um Leitflächen oder Ähnliches zu bilden.

[0015] Wie in Schritt b) erläutert, wird das Weiterleiten des Metallfolienabschnitts durch eine Profilwalze des zweiten Werkzeugs bewirkt. Das heißt mit anderen Worten, dass das zweite Werkzeug den Metallfolienabschnitt durch das erste Werkzeug hindurch zieht. Zwar können Vorrichtungen zum Spannen und/oder Führen des Metallfolienabschnittes auch vor dem ersten Werkzeug und/oder zwischen dem ersten Werkzeug und dem zweiten Werkzeug vorgesehen sein, der Vorschub des Metallfolienabschnitts mit der gewünschten Geschwindigkeit bzw. Taktrate wird jedoch über die Profilwalze bestimmt

[0016] Der Profilwalze kommt damit neben der Formgebung, also der Erzeugung einer Sekundärstruktur (Schritt c)), auch eine Transportfunktion des Metallfolienabschnittes zu. Durch Eingriff der Profilwalze in die Sekundärstruktur des Metallfolienabschnitts kann eine Kraft parallel zur Vorschubrichtung des Metallfolienabschnittes eingebracht werden, wobei die Umdrehungsgeschwindigkeit der Profilwalze die Vorschubgeschwindigkeit des Metallfolienabschnittes bestimmt.

[0017] Nach dem Ausbilden der Primärstruktur und der Sekundärstruktur (und ggf. weiterer Strukturen) wird gemäß der Erfindung nun gemäß Schritt d) die räumliche Lage dieser sich überlagernden Strukturen erfasst. Dabei ist bevorzugt, dass jeweils Referenzpunkte der Primärstruktur und der Sekundärstruktur erfasst werden und die Lage dieser Referenzpunkte zueinander bewertet wird. Dabei ist möglich, dass deren Lage in einer oder mehreren Ebenen (parallel, senkrecht und/oder schräg zur Fläche des glatten Metallfolienabschnittes) zueinander erfasst wird. Als Referenzpunkte für die Primärstruktur bieten sich insbesondere Mittelpunkte und/oder Mittellinien der Primärstruktur an. Als Referenzpunkt für die Sekundärstruktur bieten sich z. B. die Extrema der Sekundärstruktur an, wie beispielsweise die Wellenberge bzw. Wellentäler bei einer Wellstruktur.

[0018] Nachdem nun die räumliche Lage von Primärstruktur und Sekundärstruktur bestimmt ist, wird deren räumliche Lage bewertet. Hierbei können unterschiedliche Toleranzbereiche oder Grenzwerte vorgegeben werden, die eine akzeptable Lage (Gutlage) und eine Misslage voneinander differenzieren. Führt Schritt d) nun zu dem Ergebnis, dass eine Misslage vorliegt, wird nun gemäß Schritt e) wenigstens ein Betriebsparameter der mindestens einen Profilwalze verändert. Als Betriebsparameter kommt insbesondere die Umdrehungsgeschwindigkeit der Profilwalze in Betracht, es ist jedoch unter Umständen auch möglich, durch Variationen der Lage der Profilwalze zu anderen Komponenten des zweiten Werkzeuges anzupassen, insbesondere einer weiteren Profilwalze. Mittels einer solchen Anpassung wird bewirkt, dass das formgebende Profil der Profilwalze neu im Hinblick auf den Abstand zum ersten Werkzeug aus-

gerichtet wird und derart die Lage der Sekundärstruktur in dem Metallfolienabschnitt relativ zur Primärstruktur verändert wird. So wird eine exakte Ausrichtung von Primärstruktur und Sekundärstruktur bewirkt. Bei dem hier vorgeschlagenen Verfahren ist eine hochdynamische Regelung des Herstellungsprozesses derartiger Metallfolien mit sich überlagernden Strukturen möglich, wobei schnell auf Materialinhomogenitäten, äußere Störungen oder dergleichen automatisch reagiert werden kann.

[0019] Weiter wird vorgeschlagen, dass die mindestens eine Profilwalze mit einer Winkelgeschwindigkeit betrieben wird, die in Schritt e) verändert wird. Die Profilwalzen zur Herstellung der Sekundärstruktur wurden bislang mit konstanter Winkelgeschwindigkeit betrieben, wobei eine Umdrehung der Profilwalze gegebenenfalls in einer Vielzahl von Drehwinkelabschnitte bzw. Inkremente unterteilt und in vorgegebenen Zeitintervallen um eine konstante Anzahl von Inkrementen weitergedreht wurde. Von dieser Vorgehensweise wird hier abgerückt. Wird eine Misslage erkannt, so wird eine Korrektur dadurch erreicht, dass entweder eine gewählte konstante Anzahl von Inkrementen in einem veränderten Zeitintervall weitergedreht wird und/oder dass bei konstantem Zeitintervall die Anzahl der Inkremente variiert wird. In Anbetracht der Tatsache, dass eine solche Regelung nur einsetzt, wenn eine Misslage erkannt wird, können während des Verfahrens auch Phasen eintreten, in denen eine konstante Winkelgeschwindigkeit vorliegt, so dass hinsichtlich einer variierenden Winkelgeschwindigkeit unter Umständen eine längere zeitliche Phase zu betrachten (beispielsweise 5 Minuten) ist.

[0020] Besonders vorteilhaft ist jedoch, dass Schritt d) mindestens einmal pro Umdrehung der mindestens einen Profilwalze durchgeführt wird. Das bedeutet, dass eine Überprüfung der räumlichen Lage von Primärstruktur und Sekundärstruktur spätestens nach jeder Umdrehung der Profilwalze stattfindet. Das hat den Vorteil, dass dieses Regelsystem sehr dynamisch ist und auch schnell auf Störungen, wie beispielsweise auftretende Schwingungsanregungen, reagieren kann.

[0021] Bevorzugt ist auch, dass Schritt e) mindestens einmal pro Umdrehung der Profilwalze durchgeführt wird. Dabei ist möglich, dass das Anpassen des wenigstens einen Betriebsparameters der mindestens einen Profilwalze so geregelt ist, dass nach spätestens einer Umdrehung, insbesondere wenn nur nach jeweils einer Umdrehung Schritt d) durchgeführt wird, die Misslage korrigiert wird. Für ein noch dynamischeres Regelsystem ist es jedoch vorteilhaft, dass Schritt d) und e) mehrmals pro Umdrehung der Profilwalze durchgeführt werden, um eine Korrektur in weniger als einer Umdrehung der Profilwalze stattfindet. Im letztgenannten Fall wird Schritt d) und e) bevorzugt mindestens zweimal und insbesondere mindestens viermal pro Umdrehung der Profilwalze durchgeführt.

[0022] Falls als Betriebsparameter die Lage der Profilwalze zu anderen Komponente veränderbar ist, wird die Ausgestaltung der Sekundärstruktur verändert. Das

heißt beispielsweise, dass die formgebenden Abschnitte der Profilwalzen weiter ineinander eingreifen und die Sekundärstruktur mit einer größeren Höhe hergestellt wird. Dies führt zu einem höheren Materialbedarf pro Sekundärstruktursegment, so dass auch auf diese Weise die Lage der Primärstruktur und der Sekundärstruktur relativ zueinander verschoben wird. Im Hinblick auf die Herstellung eines Wabenkörpers hat das die Ausbildung von Kanälen mit verschiedenem Kanalquerschnitt zur Folge, was in bestimmten Anwendungsfällen vorteilhaft sein kann. Um jedoch auch auf diese Weise das Strömungsverhalten des Abgases im Wabenkörper exakt zu beeinflussen, ist eine sehr präzise Regelung der Lage der Profilwalzen erforderlich.

[0023] Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung des Verfahrens umfasst Schritt a) das Stanzen von Öffnungen und Schritt c) das Formen von Wellen in den Metallfolienabschnitt. Die Öffnungen können als Schlitz, Löcher oder Ähnliches ausgeführt sein. Die Wellen sind im Wesentlichen durch Wellenberge und Wellentäler charakterisiert, wobei die Öffnungen bezüglich dieser Wellenberge bzw. Wellentäler ausgerichtet werden. Bevorzugt wird dabei die räumliche Lage der Öffnungen und Wellen in Vorschubrichtung und in einer Ebene des Metallfolienabschnittes bestimmt und angepasst. Auch wenn dies eine bevorzugte Variante ist, können insbesondere Öffnungen auch mittels eines Rotationsstanzwerkzeuges und/oder einem Laser in dem Metallfolienabschnitt eingebracht werden. Grundsätzlich können auch mehrere Primärstrukturen bzw. Öffnungen gleichzeitig eingebracht werden, so dass der Metallfolienabschnitt nach Schritt a) mehrere Reihen von Primärstrukturen bzw. Öffnungen aufweist.

[0024] Weiter wird vorgeschlagen, dass eine Misslage eine Positionsverschiebung von Primärstruktur zu Sekundärstruktur größer 0,3 mm betrifft. Damit ist ein Grenzwert zur Unterscheidung einer Gutlage von einer Misslage gegeben. Die Positionsverschiebung wird bevorzugt in Vorschubrichtung des Metallfolienabschnittes betrachtet. Als Referenzpunkte für die Primärstruktur und die Sekundärstruktur können deren Mittelpunkte bzw. Mittellinien herangezogen werden. Für den Fall, dass es sich bei der Primärstruktur um Öffnungen handelt, die als Langloch ausgeführt sind, so ist deren Mittellinie parallel zum Verlauf der Wellenberge bzw. Wellentäler heranzuziehen. Die maximal noch zulässige Positionsverschiebung von Primärstruktur zu Sekundärstruktur liegt bevorzugt unter einem Absolutwert von 0,2 mm, insbesondere unter 0,1 mm.

[0025] Nach einer weiteren Ausgestaltung des Verfahrens wird das Erkennen einer Misslage mittels wenigstens einem optischen Sensor durchgeführt. Dieser optische Sensor ist dem zweiten Werkzeug (oder einem Folgewerkzeug) nachgeordnet und betrachtet somit die räumliche Lage der derzeit ausgebildeten Primärstruktur und Sekundärstruktur. Als optischer Sensor bietet sich insbesondere eine Kamera an, deren Bildauflösung (Pixel) die Bestimmung einer Positionsverschiebung zu-

lässt. Anhand dieser Pixel kann z. B. die Positionsverschiebung bestimmt und eine entsprechende Anpassung der Winkelgeschwindigkeit der mindestens einen Profilwalze vorgenommen werden.

[0026] Entsprechend einem weiteren Aspekt der Erfindung wird eine Vorrichtung zur Erzeugung sich überlagernder Strukturen vorgeschlagen, die zumindest folgende Komponenten umfasst:

- ein erstes Werkzeug, das Öffnungen in einen Metallfolienabschnitt herstellen kann,
- ein zweites Werkzeug, welches ein Paar formgebende Profilwalzen aufweist, durch welche ein Metallfolienabschnitt zur Erzeugung von Wellen hindurchgeführt werden kann, wobei das Paar Profilwalzen einen Vorschub des Metallfolienabschnitts durch das erste Werkzeug und das zweite Werkzeug erzeugt,
- ein Apparat zum Antreiben mindestens einer Profilwalze des zweiten Werkzeuges, wobei die Vorrichtung gekennzeichnet ist durch :
 - mindestens einen optischen Sensor, der in einer Vorschubrichtung dem zweiten Werkzeug nachgeschaltet ist, und
 - mindestens eine Regeleinheit, die mit dem Sensor und dem Apparat in Verbindung ist, wobei die mindestens eine Regeleinheit die Daten des mindestens einen optischen Sensors auswertet und eine räumliche Lage von Primärstruktur und Sekundärstruktur bestimmt, wobei die Regeleinheit eine Misslage erkennt und dann einen Betriebsparameter des Apparates zum Antreiben der mindestens einen Profilwalze (5) anpasst.

[0027] Diese Vorrichtung ist insbesondere zur Durchführung eines erfindungsgemäß beschriebenen Verfahrens geeignet.

[0028] Bei der hier beschriebenen Vorrichtung handelt es sich hinsichtlich des ersten Werkzeugs bevorzugt um eine Stanzmaschine, die Teilbereiche des Metallfolienabschnittes heraustrennt. Das zweite Werkzeug betrifft bevorzugt eine Wellwalz-Maschine. Als Apparat zum Antreiben mindestens einer Profilwalze können E-lektro- bzw. Servomotoren vorteilhaft sein. Bevorzugt erfolgt ein Antrieb der mindestens einen Profilwalze mit einer Frequenz größer 6 Hz [1/Sekunde], insbesondere größer 8 Hz oder sogar 12 Hz. Der mindestens eine optische Sensor umfasst bevorzugt eine Kamera. Die mindestens eine Regeleinheit wertet die Daten des mindestens einen optischen Sensors aus und bestimmt eine räumliche Lage von Primärstruktur und Sekundärstruktur. Zudem erkennt die Regeleinheit eine Misslage und passt dann einen Betriebsparameter des Apparates zum Antreiben der mindestens einen Profilwalze an. Die Regeleinheit kann Bilderkennungsmittel, Datenverarbeitungsprogramme, Speicherelemente und dergleichen umfassen.

[0029] Bevorzugt ist eine Vorrichtung, bei der der min-

destens eine Sensor so gestaltet ist, dass dieser ein variables Erkennungsfeld hat. Damit ist insbesondere gemeint, dass das Erkennungsfeld bezüglich des Metallfolienabschnittes variable positioniert werden kann. Bevorzugt ist damit eine Bewegung des Erkennungsfeldes in Vorschubrichtung bzw. senkrecht dazu gewährleistet, wobei dies durch translatorisches Bewegungen und/oder durch Verschwenken des Sensors realisiert werden kann. Damit können auch große Positionsverschiebungen (wie sie beispielsweise beim Start des Herstellungsverfahrens oder bei einem Materialwechsel auftreten können) erfasst werden. Außerdem ist es möglich, mit einem einzelnen Sensor an verschiedenen Bereichen des Metallfolienabschnittes die Referenzpunkte für die Primärstruktur und die Sekundärstruktur zu erfassen. So kann der technische Aufwand zur Bestimmung der räumlichen Lage von Primärstruktur und Sekundärstruktur gering gehalten werden.

[0030] Weiter wird vorgeschlagen, dass dem mindestens einen Sensor eine Messwalze zugeordnet ist, die einen Metallfolienabschnitt gegenüber dem mindestens einen Sensor positioniert. Mittels der Messwalze, die selbst keine dauerhafte Umformung der Strukturen bewirkt, sondern lediglich eine präzise Führung des Metallfolienabschnittes bereitstellt, erfolgt z.B. eine exakte Ausrichtung der Sekundärstruktur zum Sensor. Die Messwalze kann hierbei mit einem separaten oder einem mit dem Apparat gekoppelten Antrieb versehen sein. Messwalze und Sensor befinden sich dabei bevorzugt auf gegenüberliegenden Seiten des bearbeiteten Metallfolienabschnitts und sind insbesondere fluchtend zueinander angeordnet.

[0031] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Vorrichtung sind Leuchtmittel vorgesehen, die zumindest eine Seite des Metallfolienabschnitts im Erkennungsfeld des Sensors teilweise anstrahlen. So können beispielsweise Leuchtmittel vorhanden sein, die auf der abgewandten Seite des Metallfolienabschnittes positioniert sind und durch Öffnungen hindurchstrahlen (Gegenlicht) und/oder Leuchtmittel, die auf der gleichen Seite des Metallfolienabschnittes wie der Sensor angeordnet sind, um das für den Sensor einsehbare Erkennungsfeld zumindest teilweise auszuleuchten (Auflicht).

[0032] Nun wird noch ein Metallfolienabschnitt beschrieben, der mit einem erfindungsgemäßen Verfahren oder mit einer erfindungsgemäßen Vorrichtung hergestellt wurde und welcher eine Länge größer als 1 m hat, wobei eine maximale Positionsverschiebung von 0,3 mm bezüglich Primärstruktur und Sekundärstruktur vorliegt. Bevorzugt liegt eine solche maximale Positionsverschiebung über deutlich größeren Längen vor, beispielsweise über 100 m bzw. 1000 m. Eine Herstellung derartig präziser Metallfolien über eine solche Länge ist erst durch das erfindungsgemäße Verfahren bzw. die erfindungsgemäße Vorrichtung ermöglicht. Damit lassen sich so präzise Metallfolien auch im Rahmen einer Serienfertigung bereitstellen, wobei eine hohe Materialausbeute bei einer hohen Herstellungsgeschwindigkeit gewährlei-

stet ist.

[0033] Dabei ist besonders bevorzugt, dass der Metallfolienabschnitt eine Dicke im Bereich von 30 µm (0,03 mm) bis 150 µm (0,15 mm) und eine Sekundärstruktur im Verhältnis von Weite zu Höhe kleiner 2,0 hat, insbesondere sogar kleiner 1,5. Damit wird der Einsatz der Vorrichtung bzw. des Verfahrens für die Umformung von sehr dünnen, filigranen Strukturen herausgestellt. Das Weite-Höhe-Verhältnis gibt an, dass eine relativ große Umformung des Metallfolienabschnitts verwirklicht wird, wobei gerade die Bereiche der Wellenberge und Wellentäler sehr klein sind und somit eine exakte Ausrichtung von Primärstruktur und Sekundärstruktur in der vorstehend beschriebenen Weise vorteilhaft ist.

[0034] Insbesondere wird ein Wabenkörper mit zumindest einem solchen Metallfolienabschnitt aufgebaut. Gerade bei spiralförmig aufgebauten Wabenkörpern müssen Metallfolienabschnitte einer großen Länge verarbeitet werden, so dass insbesondere in diesem Fall die Anwendung derartiger Metallfolienabschnitte sinnvoll ist. Die angegebene Dicke des Metallfolienabschnitts ermöglicht die Bereitstellung einer großen Oberfläche in einem kleinen Volumen des Wabenkörpers und das Weite-Höhe-Verhältnis sorgt für schlanke Kanäle, die einen guten Stofftransport des hindurchströmenden Abgases hin zu den (beschichteten) Wänden gewährleisten.

[0035] Die Erfindung sowie das technische Umfeld werden nachfolgend anhand der Figuren näher erläutert. Die Figuren zeigen besonders bevorzugte Ausführungsbeispiele, auf die die Erfindung jedoch nicht begrenzt ist. Insbesondere ist darauf hinzuweisen, dass die dargestellten Größenverhältnisse nur schematisch sind. Es zeigen:

Fig. 1: schematisch eine erste Ausführungsvariante der erfindungsgemäßen Vorrichtung;

Fig. 2: schematisch einen Metallfolienabschnitt im Zustand nach verschiedenen Bearbeitungsprozessen;

Fig. 3: schematisch eine weitere Darstellung eines Metallfolienabschnitts mit einer Gutlage und einer Misslage von Primärstruktur und Sekundärstruktur;

Fig. 4: schematisch und perspektivisch die Positionierung eines Sensors zu einem Metallfolienabschnitt;

Fig. 5: schematisch die Positionsverschiebung eines Metallfolienabschnittes hergestellt mit und ohne Regelung;

Fig. 6: schematisch und perspektivisch einen Wabenkörper; und

Fig. 7: schematisch ein Detail des Wabenkörpers aus

Fig. 6.

[0036] Fig. 1 veranschaulicht schematisch den Herstellungsprozess eines mehrfach strukturierten Metallfolienabschnitts 1. Die nachfolgende Beschreibung orientiert sich im wesentlichen an der Vorschubrichtung 13, wobei der Metallfolienabschnitt 1 von einer Haspel 24 abgewickelt wird und anschließend ein erstes Werkzeug 3 sowie ein zweites Werkzeug 4 durchläuft, bevor er mittels eines Sensors 11 und einer Messwalze 16 begutachtet wird und schließlich einem dritten Werkzeug 27 zugeführt wird. Danach ist die Formgebung des Metallfolienabschnitts 1 abgeschlossen, so dass der gewünschte Metallfolienabschnitt 1 schließlich mittels einer Trennvorrichtung 28 abgetrennt werden kann.

[0037] Bei der Haspel 24 handelt es sich um eine Art Speicher für Metallfolie, die spiralförmig so aufgewickelt ist. Die Haspel 24 ist in der Regel angetrieben, wobei ihr ein (nicht dargestelltes) Ausgleichselement, beispielsweise ein so genannter Tänzer, nachgeschaltet ist, der Schwankungen hinsichtlich der Vorschubgeschwindigkeit des Metallfolienabschnitts 1 kompensiert. Im Anschluss daran wird der Metallfolienabschnitt 1 über eine Folienbremse 25 geführt, die eine ausreichende Spannung bis hin zum Vorschubantrieb des Metallfolienabschnitts 1 gewährleistet. Die Folienbremse 25 ist bevorzugt eine Art Filzgurt, der gegebenenfalls entgegen der Vorschubrichtung 13 bewegt wird. Zur sicheren Anlage des Metallfolienabschnitts 1 an der Folienbremse 25 kann diese mit einem Permanentmagneten (nicht dargestellt) ausgeführt sein. Unter Umständen ist es vorteilhaft, mittels der Folienbremse 25 die Zufuhr des Metallfolienabschnitts 1 hin zum ersten Werkzeug 3 ebenfalls in Abhängigkeit von der erzeugten Lage von Primärstruktur und Sekundärstruktur zu regeln, wobei dies separat und/oder zusätzlich zur Regelung über die Profilwalze 5 durchgeführt werden kann.

[0038] Das zweite Werkzeug 4 ist mit einem Paar Profilwalzen 5 ausgeführt, das sich mit einem vorgegebenen Drehwinkel 39 bzw. einer vorgegebenen Umdrehungsgeschwindigkeit dreht. Dazu ist zu mindestens eine der formgebenden Profilwalzen 5 mit einem Apparat 12 als Antrieb ausgeführt. Dieser Apparat 12 bewirkt zudem den Transport des Metallfolienabschnitts 1 von der Folienbremse 25 hin zum ersten Werkzeug 3. Zwischen dem ersten Werkzeug 3 und dem zweiten Werkzeug 4 ist eine Folienführung 26 vorgesehen, die beispielsweise das senkrechte Zuführen des Metallfolienabschnitts 1 hin zu den Profilwalzen 5 gewährleistet.

[0039] Das erste Werkzeug 3 ist bevorzugt eine Stanzmaschine nach dem Hub-Prinzip, wobei der Hub des Stößels 50 über einen Exzenter 48 realisiert wird. Die Stanzmaschine ist beispielsweise in der Lage, Langlöcher mit den Abmessungen von 2,5 x 0,8 mm in den glatten Metallfolienabschnitt 1 einzubringen. Das herausgestanzte Material wird mittels einer gegenüberliegenden Absaugung 49 entfernt.

[0040] Nachdem nun der Metallfolienabschnitt 1 durch

das erste Werkzeug 3 mit einer Primärstruktur (hier nicht dargestellt, siehe Fig. 2) und durch das zweite Werkzeug 4 mit einer Sekundärstruktur 6 versehen ist, wird dieser eine Anordnung mit einem optischen Sensor 11 zugeführt, welcher eine räumliche Lage von Primärstruktur und Sekundärstruktur in einem Teilbereich 7 des Metallfolienabschnitts 1 bestimmt. Dem Sensor 11 ist eine Messwalze 16 auf der gegenüberliegenden Seite des Metallfolienabschnitts 1 zugeordnet, die selbst angetrieben wird, wobei der Antrieb 51 bevorzugt über eine Kopplung mit dem Apparat 12 zum Antrieb der Profilwalze 5 verbunden ist, beispielsweise über einen (nicht dargestellten) Riemen. Auf der Seite des Sensors 11 sind zudem Leuchtmittel 18 positioniert, um den Teilbereich 7 zumindest teilweise auszuleuchten (Auflicht).

[0041] Das von dem optischen Sensor 11 erzeugte Bild wird in einer Regeleinheit 14 verarbeitet, wobei beispielsweise eine Misslage erkannt wird. Ist dies der Fall, so passt die Regeleinheit 14 mindestens einen Betriebsparameter der Profilwalze 5 des zweiten Werkzeugs 4 an, beispielsweise indem sie Einfluss auf den Apparat 12 zum Antreiben nimmt und die Winkelgeschwindigkeit ändert.

[0042] Nach Verlassen der Apparatur zur Bestimmung der räumlichen Lage von Primärstruktur und Sekundärstruktur wird der Metallfolienabschnitt 1 über eine weitere Folienführung 26 einem dritten Werkzeug 27 zugeführt, das ebenfalls ein Paar Profilwalzen 5 umfasst. Mit diesem dritten Werkzeug 27 wird eine Tertiärstruktur (hier nicht dargestellt, siehe Fig. 2) in den Metallfolienabschnitt 1 eingebracht, bevor der Metallfolienabschnitt 1 mittels einer Trennvorrichtung 28 mit der gewünschten Länge abgetrennt wird. Mit dem hier dargestellten Prozess lassen sich besonders komplexe Strukturen in einen Metallfolienabschnitt einbringen, wobei gleichzeitig ein hohes Maß an Präzision über eine lange zeitliche Dauer im Rahmen der Serienfertigung solcher Metallfolienabschnitte gewährleistet ist.

[0043] Fig. 2 zeigt schematisch einen Metallfolienabschnitt 1, wie er in unterschiedlichen Bereichen der Vorrichtung aus Fig. 1 vorliegt. Von links nach rechts in Fig. 2 ist zunächst ein glatter Bereich zu erkennen, wie er beispielsweise im Bereich der Folienbremse 25 vorliegt. Im Anschluss daran wird der Metallfolienabschnitt 1 im Bereich des ersten Werkzeuges 3 mit einer Primärstruktur 2, hier Langlöcher, versehen. Im Anschluss daran wird, wie weiter rechts dargestellt, die Sekundärstruktur 6 im Bereich des zweiten Werkzeuges 4 eingebracht, wobei bei der hier dargestellten Ausführungsvariante die Primärstruktur 2 auf jedem Wellenberg 31 angeordnet wird. Dabei wird die Sekundärstruktur 6 mit einer Weite 22, die den Abstand zweier benachbarter Wellenberge 31 bzw. Wellentäler 32 beschreibt und einer vorgegebenen Höhe 23 erzeugt, wobei die Höhe 23 den Abstand eines Wellenberges 31 zu einem Wellental 32 beschreibt. Nach Verlassen des zweiten Werkzeuges 2 wird im Bereich des dritten Werkzeuges 27 eine Tertiärstruktur 29 ausgebildet, wobei in der dargestellten Aus-

führungsvariante ein Bereich des Metallfolienabschnittes 1 zwischen zwei benachbarten Primärstrukturen 2 eingedrückt wird. Auf diese Weise wird eine so genannten Mikrostruktur gebildet, die später eine in einen Kanal hineinragende Leitfläche für einen Abgasstrom darstellen soll.

[0044] Fig. 3 veranschaulicht nun einen Metallfolienabschnitt 1 (in Draufsicht) mit einer vorgegebenen Länge 20. Im oberen Teil der Fig. 3 ist eine exakte Ausrichtung der Öffnungen 8 hinsichtlich der Wellenberge 31 zu erkennen. Darunter ist erkennbar, dass die Öffnungen 8 bezüglich der Wellung 9 nicht exakt ausgerichtet sind. Ein Zentrum 32 der Öffnung 8 weist eine Positionsverschiebung 10 gegenüber dem Wellenberg 31 auf. Weiterhin ist unten dargestellt, dass die Positionsverschiebung 10 von links nach rechts kleiner wird, da die Regelung die Misslage erkannt und eine Anpassung eines Betriebsparameters der Profilwalze vorgenommen hat. So ist z. B. bereits nach wenigen Wellenbergen 31 bzw. Wellentälern 32 wieder eine Gutlage erreicht.

[0045] Fig. 4 veranschaulicht schematisch die Positionierung eines optischen Sensors 11 zum Metallfolienabschnitt 1, der mit einer vorgegebenen Dicke 21 ausgeführt ist. Der optische Sensor 11 hat hier schematisch angedeutet eine Blickrichtung 33, die sein Erkennungsfeld 15 beschreibt. Zum Abtasten unterschiedlicher Teilbereiche des Metallfolienabschnittes 1 kann das Erkennungsfeld 15 bezüglich des Metallfolienabschnittes 1 variiert werden. Dies ist dadurch möglich, dass der Sensor 11 einen Schwenkwinkel 34 zum Verschwenken der Blickrichtung 30 aufweist und in unterschiedliche Bewegungsrichtungen 35 relativ zum Metallfolienabschnitt 1 bewegt werden kann. In der dargestellten Ausführungsvariante sind auf der dem Sensor 11 gegenüberliegenden Seite 19 des Metallfolienabschnittes 1 Leuchtmittel 18 vorgesehen, mittels derer die Öffnung 8 im Gegenlicht erkennbar ist. Bevorzugt erfolgt eine Referenzpunktbestimmung mittels des Sensors 11 in der Art, dass die Lage der Öffnung 8 im Gegenlicht in einem ersten Teilabschnitt des Erkennungsfeldes 15 erfolgt, während die Position des Wellenberges 31 in einem anderen Teilbereich des Erkennungsfeldes 15 durch Auflicht wahrgenommen wird.

[0046] Fig. 5 zeigt schematisch eine Positionsverschiebung 10 über dem Drehwinkel 39 der formgebenden und den Transport bewirkenden Profilwalze 5. In einem ersten Verlauf 37 ist die Positionsverschiebung 10 dargestellt, wie sie sich üblicherweise bei bislang bekannten Verfahren aufgrund von Lagetoleranzen, Materialinhomogenitäten, etc. einstellte. Insbesondere ist ein solcher erster Verlauf 37, wie er auch bei bekannten Vorrichtungen gelegentlich auftritt, durch periodische Schwankungen gekennzeichnet, die insbesondere auf Toleranzen im Bereich des zweiten Werkzeuges zurückzuführen sind und sich mit den Umdrehungen der Profilwalzen wiederholen. In dem unten dargestellten zweiten Verlauf 38 variiert die Positionsverschiebung 10 in nur sehr geringen Umfang um die Abszisse (entspricht einer

Positionsverschiebung von 0 mm). Dieser Verlauf 38 kann der Abszisse weiter angenähert werden, wenn das Regelsystem noch dynamischer ausgelegt wird. Exemplarisch wurde hier bei der Herstellung eine externe Störung 36 aufgebracht (z. B. eine Schwingungsanregung). Wie zu erkennen ist, tritt zunächst eine relativ große Positionsverschiebung 10 ein, diese ist jedoch bereits nach einem kurzen Zeitraum bzw. nach einer kurzen Drehbewegung der Profilwalze wieder ausgeglichen.

[0047] Der bevorzugte Einsatz von Metallfolienabschnitten 1, die nach dem erfindungsgemäßen Verfahren bzw. mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung hergestellt wurden, sind Abgasbehandlungseinheiten 45 für den Einsatz zur Reinigung von Abgasen mobiler bzw. stationärer Verbrennungskraftmaschinen. Eine solche Abgasbehandlungseinheit 45 ist beispielhaft in Fig. 6 dargestellt. Die Abgasbehandlungseinheit 45 umfasst ein Gehäuse 44, in dem ein Wabenkörper 40 vorgesehen ist. Bei der gezeigten Ausführungsvariante ist der Wabenkörper 40 mit einer Welllage 41 und einer Glattlage 42 aufgebaut, die spiralförmig aufgewickelt wurden. Die Welllage 41 weist dabei überlagernde Strukturen auf, wobei hier bei dieser stirnseitigen Ansicht die Sekundärstruktur 6, nämlich die Wellform, erkennbar ist. Durch diese Wellform werden Kanäle 43 gebildet, durch die das Abgas in innere Bereiche des Wabenkörpers 40 eintreten kann. Ein Detail (gekennzeichnet mit VII) dieses Wabenkörpers 40 ist in Fig. 7 dargestellt.

[0048] Fig. 7 zeigt eine stirnseitige Ansicht des Wabenkörpers 40 im Detail. Die Glattlage 42 ist hier mit einem Filtermaterial ausgeführt, während die Welllage 41 ein Metallfolienabschnitt 1 der vorstehend beschriebenen Art umfasst. Die Welllage 41 und die Glattlage 42 bilden Kontaktstellen 46 aus, die beispielsweise zur Bereitstellung fügetechnischer Verbindungen und zur Abgrenzung von benachbarten Kanälen 43 dienen. An zumindest einem Teil dieser Kontaktstellen 46 ist die Welllage 41 und die Glattlage 42 miteinander verbunden, vorzugsweise hartgelötet. Die die Kanäle 43 begrenzenden Wände, die mit der Glattlage 42 und der Welllage 41 gebildet sind, sind mit einer Beschichtung 47 zur katalytischen Umsetzung der Abgase versehen.

[0049] Die vorstehend beschriebene Erfindung ist insbesondere zur Herstellung von sich mehrfach überlagernden Strukturen in einem Metallfolienabschnitt geeignet, wobei ein hohes Maß an Präzision erreicht wird. Damit können erhebliche Kostenvorteile hinsichtlich der Herstellung derartiger Metallfolien sowie eine beachtliche Steigerung der Effektivität und Dauerbeständigkeit von mit solchen Metallfolien aufgebauten Wabenkörpern erreicht werden.

Bezugszeichenliste

[0050]

- 1 Metallfolienabschnitt
- 2 Primärstruktur

3 erstes Werkzeug
 4 zweites Werkzeug
 5 Profilwalze
 6 Sekundärstruktur
 7 Teilbereich
 8 Öffnungen
 9 Wellen
 10 Positionsverschiebung
 11 Sensor
 12 Apparat
 13 Vorschubrichtung
 14 Regeleinheit
 15 Erkennungsfeld
 16 Messwalze
 17 Vorrichtung
 18 Leuchtmittel
 19 Seite
 20 Länge
 21 Dicke
 22 Weite
 23 Höhe
 24 Haspel
 25 Folienbremse
 26 Folienführung
 27 drittes Werkzeug
 28 Trennvorrichtung
 29 Tertiärstruktur
 30 Wellental
 31 Wellenberg
 32 Zentrum
 33 Blickrichtung
 34 Schwenkwinkel
 35 Bewegungsrichtung
 36 Störung
 37 erster Verlauf
 38 zweiter Verlauf
 39 Drehwinkel
 40 Wabenkörper
 41 Welllage
 42 Glattlage
 43 Kanal
 44 Gehäuse
 45 Abgasbehandlungseinheit
 46 Kontaktstelle
 47 Beschichtung
 48 Exzenter
 49 Absaugung
 50 Stößel
 51 Antrieb

Patentansprüche

1. Verfahren zur Erzeugung sich überlagernder Strukturen in einen Metallfolienabschnitt (1) mit zumindest folgenden Schritten:

a) Erzeugen einer Primärstruktur (2) mit einem

ersten Werkzeug (3);
 b) Weiterleiten des Metallfolienabschnittes (1) hin zu einem zweiten Werkzeug (4), wobei das zweite Werkzeug (4) mindesten eine formgebende Profilwalze (5) aufweist, die das Weiterleiten des Metallfolienabschnittes (1) bewirkt;
 c) Erzeugen einer Sekundärstruktur (6) mit dem zweiten Werkzeug (4); wobei das Verfahren durch folgende Schritte gekennzeichnet ist:
 d) Bestimmen einer räumlichen Lage von Primärstruktur (2) und Sekundärstruktur (6) in zumindest einem Teilbereich (7) des Metallfolienabschnittes (1);
 e) Erkennen einer Misslage und Anpassen eines Betriebsparameters der mindestens einen Profilwalze (5).

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die mindestens eine Profilwalze (5) mit einer Winkelgeschwindigkeit betrieben wird, die in Schritt e) verändert wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, bei dem zumindest Schritt d) mindesten einmal pro Umdrehung der mindestens einen Profilwalze (5) durchgeführt wird.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem Schritt e) mindesten einmal pro Umdrehung der Profilwalze (5) durchgeführt wird.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem Schritt a) das Stanzen von Öffnungen (8) und Schritt c) das Formen von Wellen (9) in den Metallfolienabschnitt (1) umfasst.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem eine Misslage eine Positionsverschiebung (10) von Primärstruktur (2) zu Sekundärstruktur (6) größer 0,3 mm betrifft.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem das Erkennen einer Misslage mittels wenigstens einem optischen Sensors (11) durchgeführt wird.

8. Vorrichtung (17) zur Erzeugung sich überlagernder Strukturen umfassend zumindest folgende Komponenten:

- ein erstes Werkzeug (3), dass Öffnungen (8) in einen Metallfolienabschnitt (1) herstellen kann,

- ein zweites Werkzeug (4), welches ein Paar formgebende Profilwalzen (5) aufweist, durch welche ein Metallfolienabschnitt (1) zur Erzeugung von Wellen (9) hindurchgeführt werden kann, wobei das Paar Profilwalzen (5) einen Vorschub des Metallfolienabschnitts (1) durch das erste Werkzeug (3) und das zweite Werk-

zeug (4) erzeugt,
 - einen Apparat (12) zum Antreiben mindestens einer Profilwalze (5) des zweiten Werkzeuges (4),

wobei die Vorrichtung **gekennzeichnet ist durch**:

- mindestens einen optischen Sensor (11), der in einer Vorschubrichtung (13) dem zweiten Werkzeug (4) nachgeschaltet ist, und
 - mindestens eine Regeleinheit (14), die mit dem Sensor (11) und dem Apparat (12) in Verbindung ist, wobei die mindestens eine Regeleinheit (14) die Daten des mindestens einen optischen Sensors (11) auswertet und eine räumliche Lage von Primärstruktur (2) und Sekundärstruktur (6) bestimmt, wobei die Regeleinheit (14) eine Misslage erkennt und dann einen Betriebsparameter des Apparates zum Antreiben der mindestens einer Profilwalze (5) anpasst.
9. Vorrichtung (17) nach Anspruch 8, bei der der mindestens eine Sensor (11) so gestaltet ist, dass dieser ein variables Erkennungsfeld (15) hat.
10. Vorrichtung (17) nach Anspruch 8 oder 9, bei der dem mindestens einen Sensor (11) eine Messwalze (16) zugeordnet ist, die einen Metallfolienabschnitt (1) gegenüber dem mindestens einen Sensor (11) positioniert.
11. Vorrichtung (17) nach einem der Ansprüche 8 bis 10, wobei Leuchtmittel (18) vorgesehen sind, die zumindest teilweise eine Seite (19) des Metallfolienabschnitts (1) im Erkennungsfeld (15) des mindestens einen Sensors (11) anstrahlt.

Claims

1. A process for producing structures which are superimposed on one another in a metal foil section (1), comprising at least the following steps:
- a) producing a primary structure (2) using a first tool (3);
 - b) transferring the metal foil section (1) to a second tool (4), the second tool (4) having at least one shaping profiled roller (5) which is responsible for transferring the metal foil section (1);
 - c) producing a secondary structure (6) using the second tool (4);
- wherein the process is **characterized by** the following steps:
- d) determining a spatial position of primary structure (2) and secondary structure (6) in at least one subregion (7) of the metal foil section (1);
 - e) detecting an incorrect position and adapting

an operating parameter of the at least one profiled roller (5).

- 2. The process as claimed in claim 1, in which the at least one profiled roller (5) is operated at an angular velocity which is altered in step e).
- 3. The process as claimed in claim 1 or 2 in which at least step d) is carried out at least once per revolution of the at least one profiled roller (5).
- 4. The process as claimed in one of the preceding claims, in which step e) is carried out at least once per revolution of the profiled roller (5).
- 5. The process as claimed in one of the preceding claims, in which step a) comprises the stamping of openings (8) and step c) comprises the shaping of corrugations (9) into the metal foil section (1).
- 6. The process as claimed in one of the preceding claims, in which an incorrect position involves a position shift (10) from primary structure (2) to secondary structure (6) of greater than 0.3 mm.
- 7. The process as claimed in one of the preceding claims, in which the detection of an incorrect position is carried out by means of at least one optical sensor (11).
- 8. A device (17) for producing structures which are superimposed on one another, comprising at least the following components:
 - a first tool (3), which is able to produce openings (8) in a metal foil section (1),
 - a second tool (4), which has a pair of shaping profiled rollers (5) through which a metal foil section (1) can be passed to produce corrugations (9), the pair of profiled rollers (5) being able to effect an advance of the metal foil section (1) through the first tool (3) and the second tool (4),
 - an apparatus (12) for driving at least one profiled roller (5) of the second tool (4),

wherein the device is **characterized by**:

- at least one optical sensor (11) which is connected downstream of the second tool (4) as seen in a direction of advance (13), and
- at least one control unit (14), which is connected to the sensor (11) and the apparatus (12) wherein the at least one control unit (14) evaluates the data from the at least one optical sensor (11) and determines a spatial position of primary structure (2) and secondary structure (6)

wherein the control unit (14) detects an incorrect po-

sition and then adapts an operating parameter of the apparatus (12) for driving the at least one profiled roller (5).

9. The device (17) as claimed in claim 8, in which the at least one sensor (11) is configured in such a way that it has a variable detection field (15).
10. The device (17) as claimed in claim 8 or 9, in which the at least one sensor (11) is assigned a measuring roller (16) which positions a metal foil section (1) opposite to the at least one sensor (11).
11. The device (17) as claimed in one of claims 8 to 10, in which illumination means (18) are provided, which radiate onto at least part of one side (19) of the metal foil section (1) in the detection field (15) of the at least one sensor (11).

Revendications

1. Procédé pour générer des structures se superposant dans un tronçon de feuille métallique (1) avec au moins les étapes suivantes :
 - a) Génération d'une structure primaire (2) avec un premier outil (3) ;
 - b) transfert du tronçon de feuille métallique (1) jusqu'à un deuxième outil (4), le deuxième outil (4) ayant au moins un cylindre formateur à profilés (5) qui provoque le transfert du tronçon de feuille métallique (1) ;
 - c) génération d'une structure secondaire (6) avec le deuxième outil (4), le procédé étant **caractérisé par** les étapes suivantes :
 - d) détermination d'une position spatiale de la structure primaire (2) et de la structure secondaire (6) dans au moins une région partielle (7) du tronçon de feuille métallique (1) ;
 - e) identification d'une position incorrecte et adapter un paramètre opératoire de l'au moins un cylindre à profilés (5).
2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel l'au moins un cylindre à profilés (5) est opéré à une vitesse angulaire, qui est modifiée dans l'étape e).
3. Procédé selon les revendications 1 ou 2, dans lequel au moins l'étape d) est effectuée au moins une fois par révolution de l'au moins un cylindre à profilés (5).
4. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel l'étape e) est effectuée au moins une fois par révolution du cylindre à profilés (5).
5. Procédé selon l'une des revendications précédentes,

tes, dans lequel l'étape a) comprend le poinçonnage d'ouvertures (8) et l'étape c) le façonnage d'ondulations (9) dans le tronçon de feuille métallique (1).

6. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel une position incorrecte concerne un changement de position (10) de structure primaire (2) jusqu'à structure secondaire (6) plus grand que 0,3 mm.
7. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel l'identification d'une position incorrecte est effectuée au moyen d'au moins un capteur optique (11).
8. Dispositif (17) pour générer de structures se superposant, comprenant au moins les composants suivants :
 - un premier outil (3), qui peut pratiquer des ouvertures (8) dans un tronçon de feuille métallique (1),
 - un deuxième outil (4), qui a une paire de cylindres formateurs profilés (5) à travers lesquels un tronçon de feuille métallique (1) peut être passé à travers, la paire de cylindres profilés (5) générant un avancement du tronçon de feuille métallique (1) par le premier outil (3) et le deuxième outil (4),
 - un appareil (12) pour entraîner au moins un cylindre à profilés (5) du deuxième outil (4), le dispositif étant **caractérisé par** :
 - au moins un capteur optique (11) qui est branché en aval du deuxième outil (4) dans une direction d'avancement (13), et
 - au moins une unité de réglage (14) qui est en connexion avec le capteur (11) et l'appareil (12), dans quel cas l'au moins une unité de réglage (14) exploite les données de l'au moins un capteur optique (11) et détermine une position spatiale de la structure primaire (2) et de la structure secondaire (6), dans quel cas l'unité de réglage (14) identifie une position incorrecte et adapte alors un paramètre opératoire de l'appareil (12) pour entraîner l'au moins un cylindre à profilés (5).
9. Dispositif (17) selon la revendication 8, dans lequel l'au moins un capteur (11) est façonné de manière telle que celui-ci a une zone d'identification variable (15).
10. Dispositif (17) selon les revendications 8 ou 9, dans lequel un cylindre mesureur (16) est associé à l'au moins un capteur (11), lequel cylindre mesureur positionne un tronçon de feuille métallique (1) vis-à-vis de l'au moins un capteur (11).

11. Dispositif (17) selon l'une des revendications 8 à 10, dans lequel des moyens illuminant (18) sont prévus, qui rayonnent au moins partiellement sur un côté (19) du tronçon de feuille métallique (1) dans la zone d'identification (15) de l'au moins un capteur (11). 5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

FIG. 1

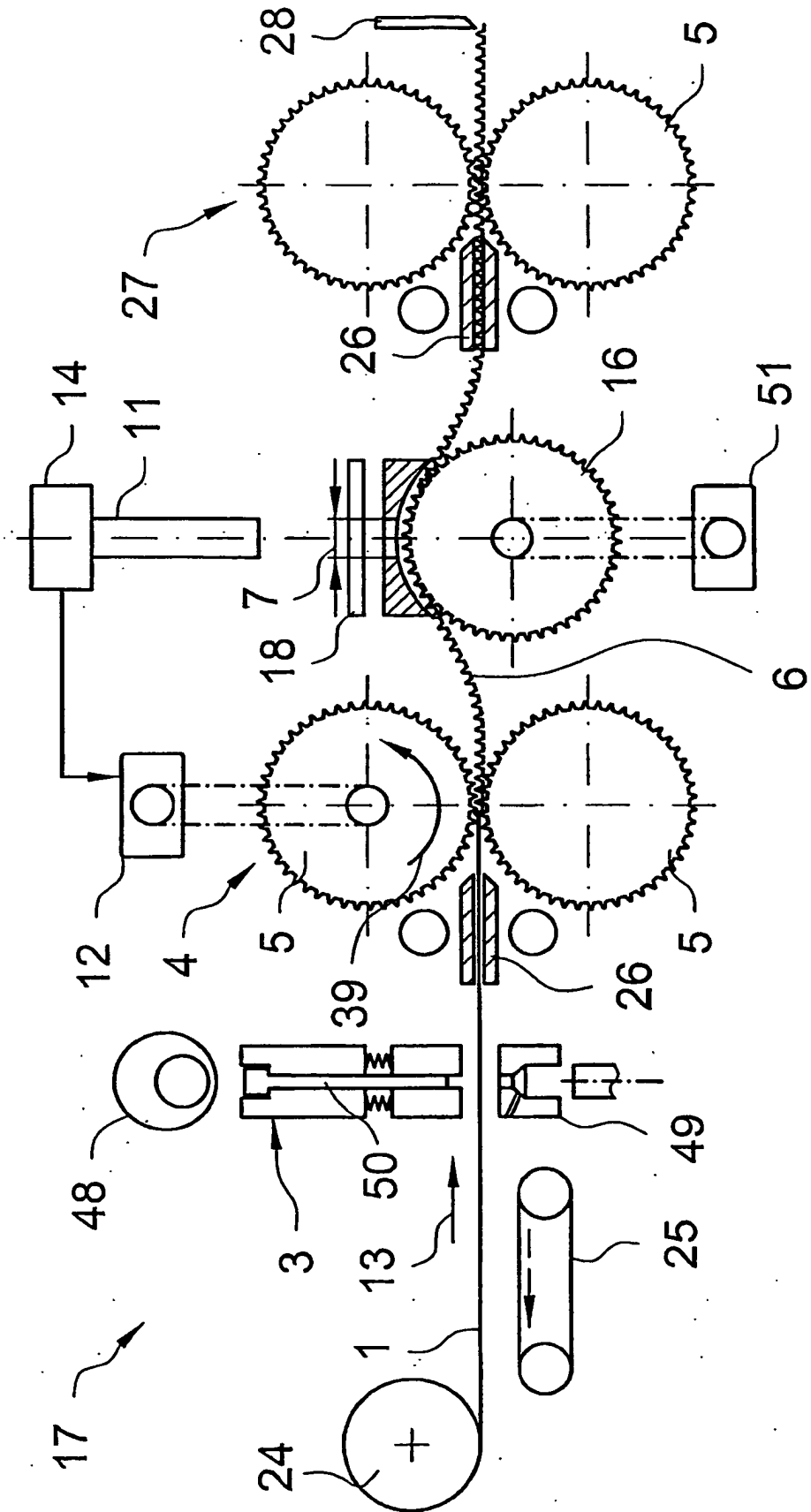


FIG. 2

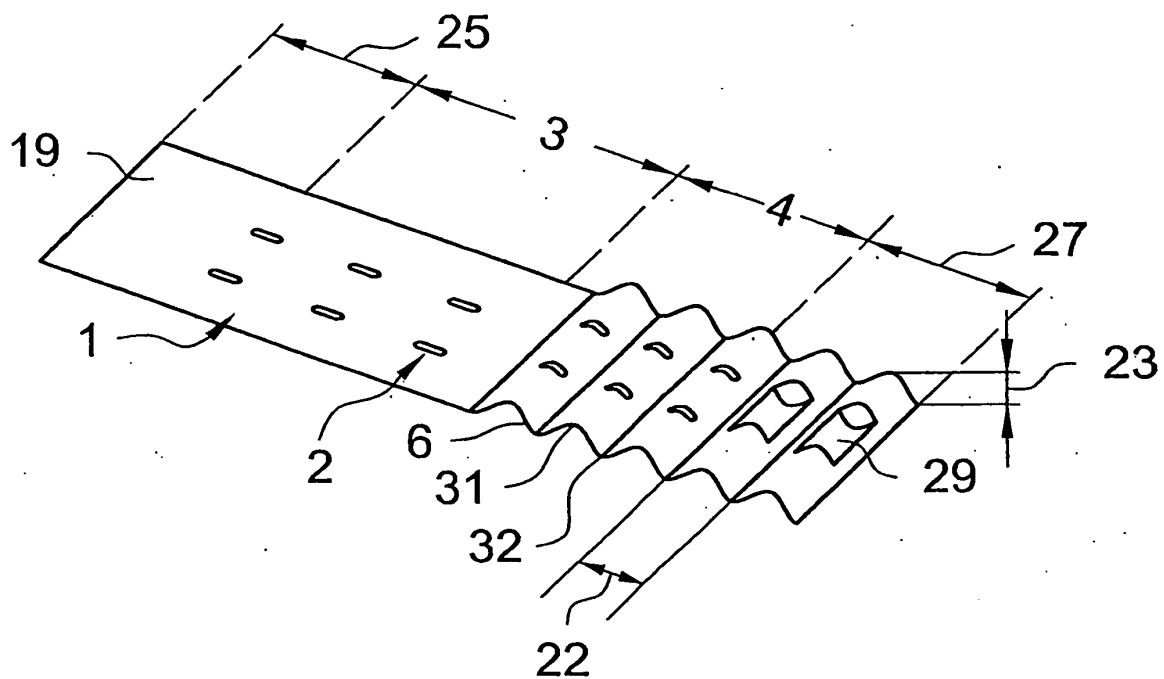


FIG. 3

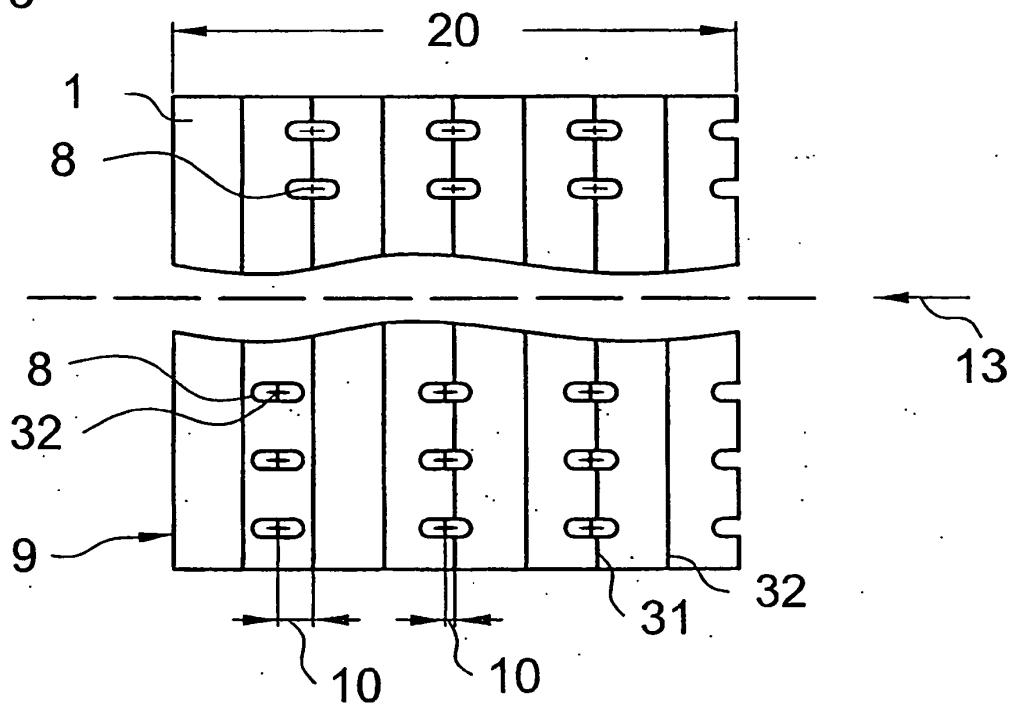


FIG. 4

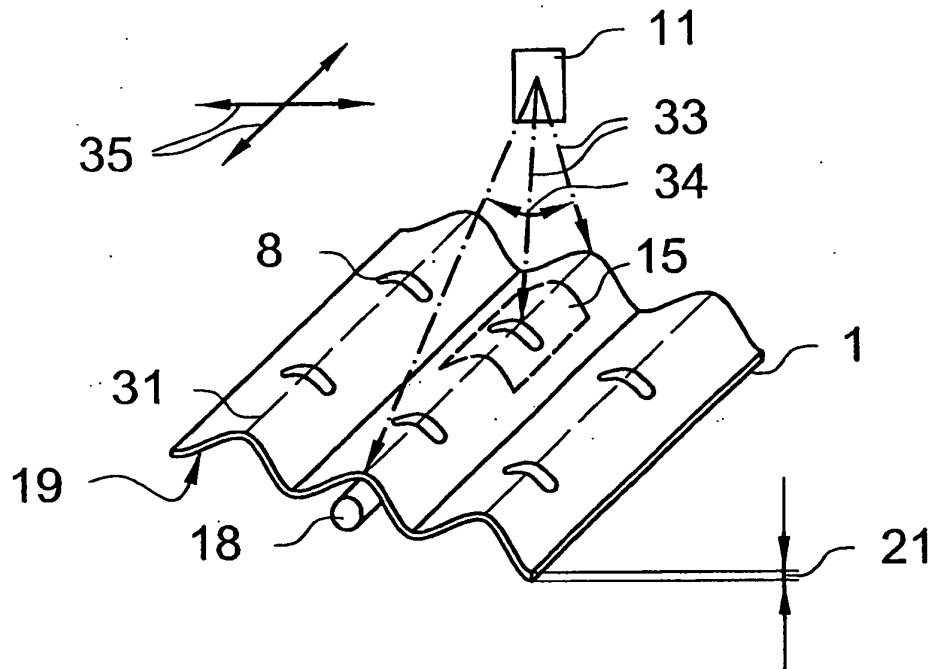


FIG. 5

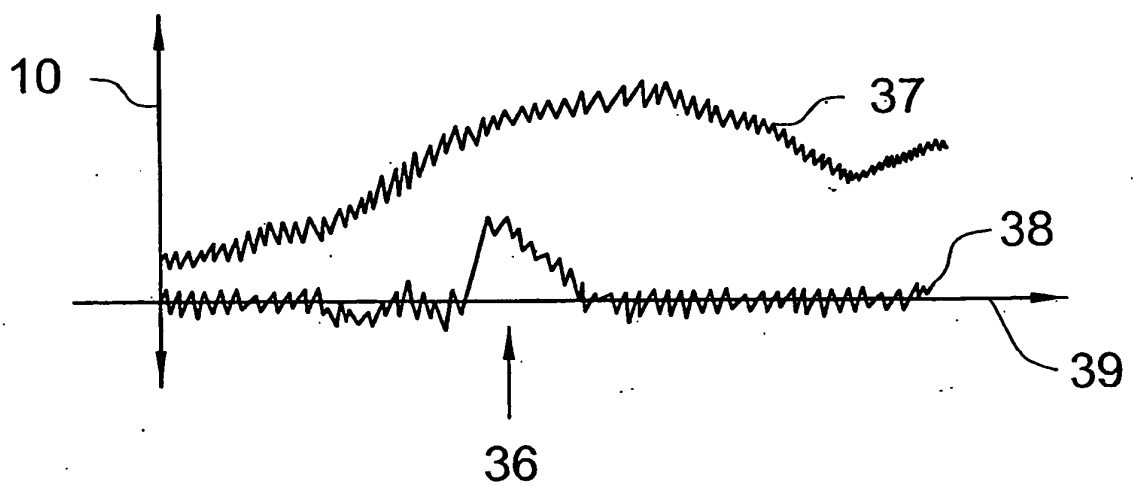


FIG. 6

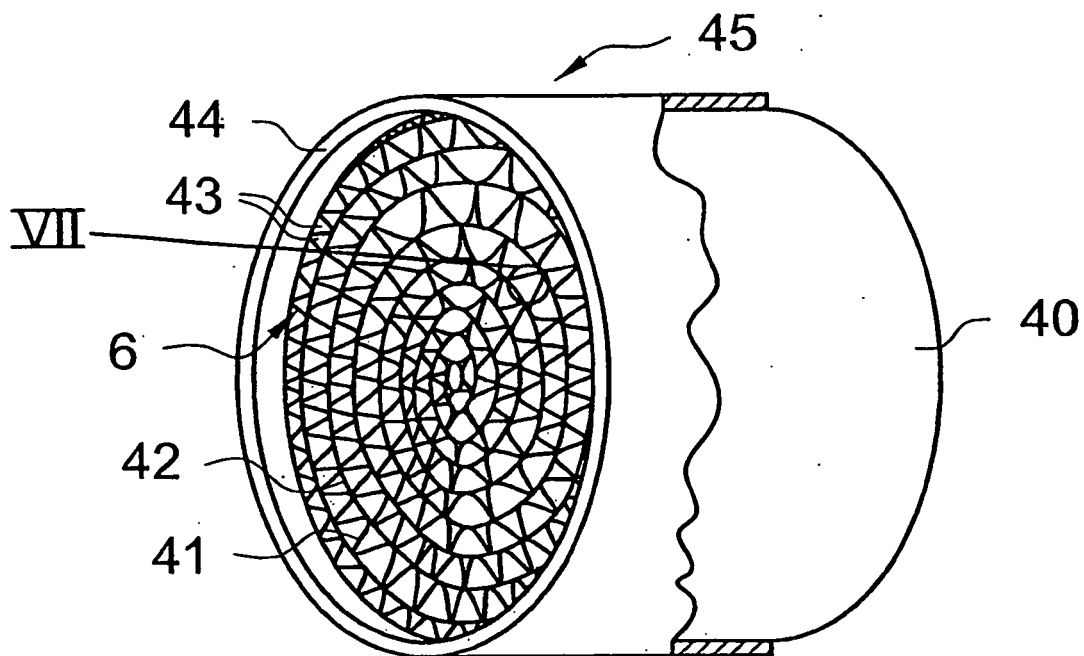
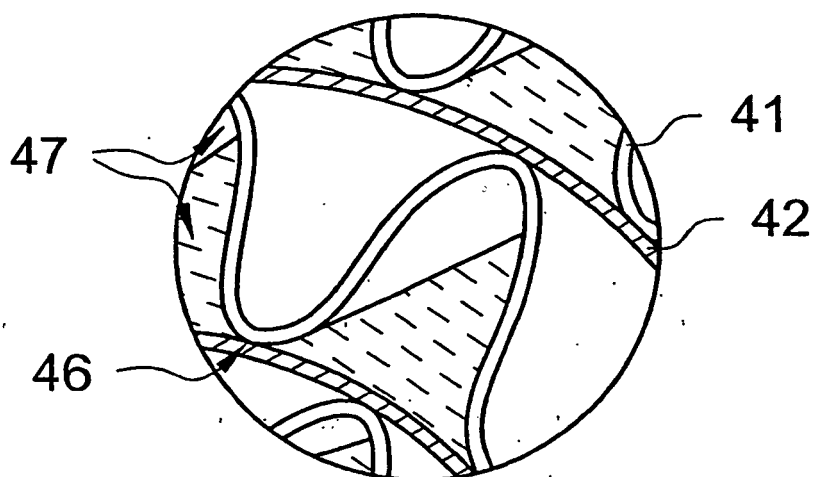


FIG. 7



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 4130673 A [0001]
- WO 2004072446 A1 [0008]
- US 20020002853 A1 [0009]
- DE 4130673 A1 [0010]