



(10) **DE 10 2010 037 772 A1** 2012.03.29

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2010 037 772.4**

(22) Anmeldetag: **24.09.2010**

(43) Offenlegungstag: **29.03.2012**

(51) Int Cl.: **F16L 11/16** (2006.01)

**F16L 9/16** (2006.01)

(71) Anmelder:

**Westfalia Metallschlauchtechnik GmbH & Co. KG,  
57271, Hilchenbach, DE**

(74) Vertreter:

**Beckmann, Jürgen, 57462, Olpe, DE**

(72) Erfinder:

**Weiß, Matthias, 57271, Hilchenbach, DE; Münker,  
Karl-Heinz, 57271, Hilchenbach, DE; Baumhoff,  
Dietmar, 57462, Olpe, DE; Gerhard, Andreas,**

**57482, Wenden, DE; Schenk, Karsten, Dipl.-Ing.,  
34613, Schwalmstadt, DE; Henkelmann, Michael,  
Dr. Ing., 57271, Hilchenbach, DE; Selter, Oliver,  
57413, Finnentrop, DE; Hauk, Stefan, Dr. Ing.,  
57271, Hilchenbach, DE**

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

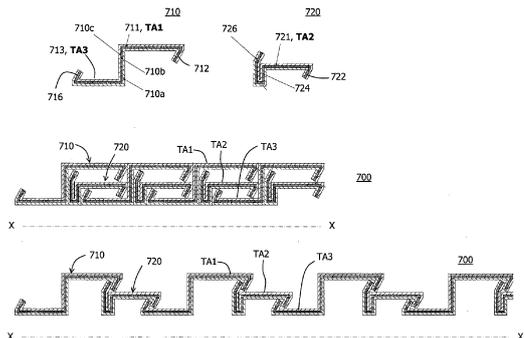
**DE 10 2007 016 784 A1  
US 4 727 908 A**

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

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

(54) Bezeichnung: **Fixierter Wickelschlauch**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen Wickelschlauch (700) aus mindestens einem spiralförmig gewickelten Band (710, 720), bei dem Bandwindungen zumindest stellenweise durch einen Lotwerkstoff (710a, 710c) verbunden sind. Der Lotwerkstoff kann dabei als ein Lotband vorliegen, das gemeinsam mit dem mindestens einen Band spiralförmig gewickelt wird, oder eine Lagen (710a, 710c) eines mehrlagigen Bandes sein.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft einen Wickelschlauch aus mindestens einem spiralförmig gewickelten Band.

**[0002]** Wickelschläuche aus Metall werden häufig in Entkopplungselementen für Abgasanlagen von Kraftfahrzeugen eingesetzt. So ist beispielsweise aus der DE 10 2007 016 784 A1 ein einfach eingehakter Wickelschlauch bekannt, welcher eine für Wickelschläuche verhältnismäßig hohe axiale Streckung von bis zu 70% ermöglicht. Die "Streckung" gibt dabei definitionsgemäß an, um wie viel Prozent der auf ein Minimum gestauchten Länge  $L_{\min}$  der auf maximale Länge  $L_{\max}$  gestreckte Schlauch länger ist als der gestauchte Schlauch, d. h. Streckung =  $(L_{\max} - L_{\min}) / L_{\min}$ . Für die Ummantelung von gebogenen Rohrleitungen mit engen Biegeradien ist die erwähnte Streckung allerdings immer noch nicht ausreichend.

**[0003]** Vor diesem Hintergrund war es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, Mittel zur Erzeugung von engen Biegeradien in Schlauchleitungen bereitzustellen.

**[0004]** Diese Aufgabe wird durch einen Wickelschlauch nach Anspruch 1, ein Verfahren nach Anspruch 3, sowie durch ein Leitungselement nach den Anspruch 6 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen enthalten.

**[0005]** Gemäß einem ersten Aspekt umfasst die Erfindung einen Wickelschlauch aus mindestens einem spiralförmig gewickelten Band, insbesondere einem profilierten Metallband. Der Wickelschlauch enthält einen Lotwerkstoff, welcher Bandwindungen zumindest stellenweise verbindet. Durch den Lotwerkstoff wird somit die relative Beweglichkeit der verbundenen Bandwindungen aufgehoben, wodurch der gewickelte Schlauch nach Bedarf punktuell, abschnittsweise oder auf seiner gesamten Länge versteift bzw. starr ausgebildet werden kann.

**[0006]** Bei dem Lotwerkstoff handelt es sich vorzugsweise um ein Hochtemperaturlot, welches sich erst bei einer Temperatur von typischerweise mehr als 500° Celsius verflüssigt. Auf diese Weise kann gewährleistet werden, dass der Lotwerkstoff während der üblichen Betriebstemperaturen eines Wickelschlauches fest bleibt, wenn dieser in einem Abgassystem eingesetzt wird.

**[0007]** Der Lotwerkstoff kann benachbarte bzw. überlappende Bandwindungen punktuell oder in kleineren räumlichen Bereichen verbinden. Vorzugsweise verbindet der Lotwerkstoff die entsprechenden Bandwindungen komplett mindestens einmal (360°) umlaufend um die Wickelachse des Schlauches. Hierdurch wird eine besonders hohe Festigkeit und

zudem eine (Gas-)Dichtheit der Verbindungen im entsprechenden axialen Abschnitt des Wickelschlauches erreicht. Die umlaufende Verbindung kann sich dabei insbesondere auch über die gesamte axiale Länge des Wickelschlauches erstrecken, so dass dieser komplett starr (und vorzugsweise auch gasdicht) wird.

**[0008]** Die Herstellung eines Wickelschlauches der oben beschriebenen Art erfolgt vorzugsweise in zwei Schritten, wobei

- in einem ersten Schritt mindestens ein Band spiralförmig gewickelt wird;
- und dann in einem zweiten Schritt Bandwindungen des gewickelten Bandes bzw. der gewickelten Bänder durch einen Lotwerkstoff verbunden werden.

**[0009]** Der zweite Schritt kann beispielsweise dadurch erfolgen, dass maschinell oder manuell Bandwindungen punktuell miteinander verlötet werden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird jedoch der Lotwerkstoff während oder nach dem Wickeln des mindestens einen Bandes in fester Form aufgebracht und dann durch Erhitzen des kompletten Wickelgebildes verflüssigt, so dass er (nach dem Erstarren) am Ort seiner Aufbringung die dortigen Bandlagen verbindet.

**[0010]** Das vorstehend erwähnte Aufbringen des Lotwerkstoffes kann beispielsweise dadurch erfolgen, dass der Lotwerkstoff ursprünglich selbst als ein Band vorliegt, welches gemeinsam mit dem mindestens einen Band des Wickelschlauches gewickelt wird und auf diese Weise "automatisch" zwischen den Bandwindungen zu liegen kommt. Als "Band" des Lotwerkstoffes wird in diesem Zusammenhang jede "endlos" vorliegende Konfiguration des Lotwerkstoffes bezeichnet, insbesondere auch drahtartige Konfigurationen mit einem kreisförmigen Querschnitt.

**[0011]** Bei einer anderen Ausführungsform ist das mindestens eine Band des Wickelschlauches mehrlagig, wobei mindestens eine äußere Lage durch den (festen) Lotwerkstoff gebildet wird. Nach dem Wickeln dieses mehrlagigen Bandes kann der Lotwerkstoff dann durch entsprechendes Erhitzen verflüssigt werden und so die Verbindung zu den anliegenden Bandwindungen herstellen.

**[0012]** Im Folgenden wird ein spezieller streckbarer Wickelschlauch beschrieben, bei dem die oben erläuterte Verbindung von Bandwindungen durch einen Lotwerkstoff vorteilhaft eingesetzt werden kann. Insbesondere kann die hohe Streckbarkeit dieses Wickelschlauches ausgenutzt werden, um enge Biegeradien herzustellen, welche sich dann anschließend durch Verlöten von sich berührenden Bandwindungen dauerhaft fixiert werden. Die Anwendung des Lotwerkstoffes wird nachfolgend nicht mehr im Ein-

zelen erwähnt, soll aber bei jeder Ausführungsform erfolgen.

**[0013]** Der genannte streckbare Wickelschlauch besteht aus mindestens zwei spiralförmig gewickelten Bändern, zum Beispiel profilierten Metallbändern. Im Längsschnitt (entlang der Schlauch- bzw. Rotationsachse) gesehen soll der Wickelschlauch dabei mindestens drei so genannte "Teleskopabschnitte" aufweisen, für die folgende Bedingungen gelten:

a) Im gestauchten Zustand des Wickelschlauches sind die Teleskopabschnitte axial überlappend angeordnet (d. h. sie erstrecken sich parallel zueinander über dieselbe axiale Strecke).

b) Im gestreckten Zustand des Wickelschlauches sind die betrachteten Teleskopabschnitte axial nebeneinander angeordnet. Typischerweise sind sie dabei axial aufeinanderfolgend angeordnet, d. h. ohne (axiale) Lücken.

c) Die betrachteten Teleskopabschnitte sind miteinander in Bezug auf einen axialen Auszug verhakht. Die Teleskopabschnitte weisen also (typischerweise radial abstehende) Hakenelemente auf, die bei bestimmten Streckungen des Wickelschlauches aneinanderstoßen und dadurch die minimal und/oder maximal mögliche Streckung begrenzen. Ohne eine derartige Verhakung könnte der Wickelschlauch in axialer Richtung beliebig auseinander gezogen werden und dadurch seinen gewickelten Zusammenhalt verlieren.

**[0014]** Durch das Bereitstellen von drei oder mehr teleskopierbar angeordneten Teleskopabschnitten ist es möglich, die Streckung des Wickelschlauches quasi beliebig zu erhöhen. Die Teleskopabschnitte tragen nämlich im gestauchten Zustand des Wickelschlauches nur einfach zu dessen axialer Länge bei, da sie aufgrund ihrer teleskopierbaren Anordnung alle parallel zueinander im selben axialen Abschnitt untergebracht sind. Erst beim Strecken des Wickelschlauches werden die Teleskopabschnitte von der axial überlappenden Positionierung in eine axial aufeinander folgende Positionierung überführt, so dass jeder Teleskopabschnitt einzeln zur axialen Erstreckung beiträgt. Mit einer entsprechend großen Anzahl von Teleskopabschnitten kann auf diese Weise quasi eine beliebig große Streckung des Wickelschlauches realisiert werden.

**[0015]** Im allgemeinsten Fall reicht es, wenn der Wickelschlauch genau drei der beschriebenen Teleskopabschnitte aufweist, im Übrigen jedoch beliebig anders gestaltet ist. Vorzugsweise wird es indes so sein, dass der Wickelschlauch über seine gesamte axiale Länge gleichartig aufgebaut ist, d. h. im Längsschnitt eine Vielzahl von Teleskopabschnitten aufweist, von denen je (mindestens) drei teleskopierbar angeordnet sind. Typischerweise ist der Aufbau des Wickelschlauches in Axialrichtung periodisch.

**[0016]** Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform des streckbaren Wickelschlauches enthält dieser mindestens zwei Bänder mit unterschiedlichen Querschnittsprofilen.

**[0017]** Typischerweise sind alle diese Bänder axial aufeinanderfolgend angeordnet und gemeinsam gewickelt (d. h. alle unterschiedlichen Bänder sind nebeneinander als breites "Multiband" angeordnet, und dieses "Multiband" wird zum Schlauch gewickelt.) In der Regel sind in diesem Falle die mindestens drei teleskopierbar angeordneten Teleskopabschnitte auf mindestens zwei verschiedene Bänder verteilt (auf verschiedenen Bandwindungen, d. h. 360° Umläufen, müssen sie ohnehin liegen, um zueinander axial beweglich zu sein).

**[0018]** Das Querschnittprofil der Bänder des Wickelschlauches (welches sich in einem Längsschnitt des Wickelschlauches zeigt) ist vorzugsweise aus einzelnen Stegen zusammengesetzt. Die Stege können dabei parallel, senkrecht und/oder schräg zur Schlauchachse verlaufen. Die Teleskopabschnitte werden vorzugsweise durch parallel verlaufende Stege gebildet, Verhakungen zwischen den Teleskopabschnitten durch radial bzw. schräg verlaufende Stege.

**[0019]** Die den Wickelschlauch bildenden Bänder können optional durch eine agraffartige Bindung miteinander gekoppelt sein.

**[0020]** Mindestens eines der Bänder des Wickelschlauches kann Innenschuppen und/oder Außenschuppen aufweisen. Unter einer "Schuppe" wird ein im Längsschnitt des Wickelschlauches im Wesentlichen parallel zur Schlauchachse liegender Steg verstanden, welcher ein endständiger Steg eines Bandes ist und welcher auf seiner Erstreckungslänge keine Einhakung in ein anderes Band hat. "Innenschuppen" sind dabei im Inneren des Wickelschlauches angeordnet, "Außenschuppen" an der Außenseite. Des Weiteren können die Schuppen typischerweise stufig bzw. leicht schräg zur Schlauchachse ausgerichtet sein, so dass benachbarte Schuppen sich je nach Streckung des Schlauches quasi beliebig (schuppenartig) überlagern können.

**[0021]** Die Bänder, aus denen der Wickelschlauch gewickelt ist, können im einfachsten Fall streifenförmige Gebilde aus einem homogenen Material sein. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist jedoch mindestens eines der Bänder mehrlagig, d. h. aus mindestens zwei Lagen unterschiedlicher Materialien und/oder unterschiedlicher Struktur bestehend. Durch eine solche mehrlagige Ausführung kann das Band an seiner Innen- bzw. Außenseite jeweils mit optimalen Eigenschaften ausgestattet werden.

**[0022]** Bei der vorstehend beschriebenen Ausführungsform kann das mehrlagige Band vorzugsweise mindestens eine metallische und eine thermisch isolierende Bandlage enthalten. Typischerweise ist die metallische Bandlage dabei so angeordnet, dass sie die thermisch isolierende Bandlage schützt, zum Beispiel vor einem Angriff durch Motorabgase.

**[0023]** Wie erwähnt soll der beschriebene streckbare Wickelschlauch einen Lotwerkstoff enthalten, welcher Bandwindungen zumindest stellenweise verbindet. Durch den Lotwerkstoff wird somit die relative Beweglichkeit der verbundenen Bandwindungen aufgehoben, wodurch der gewickelte Schlauch nach Bedarf punktuell, abschnittsweise oder auf seiner gesamten Länge starr ausgebildet werden kann. Bei dem Lotwerkstoff handelt es sich vorzugsweise um ein Hochtemperaturlot, welches sich erst bei einer Temperatur von typischerweise mehr als 500° Celsius verflüssigt. Auf diese Weise kann gewährleistet werden, dass der Lotwerkstoff während der üblichen Betriebstemperaturen eines Wickelschlauches, der in einem Abgassystem eingesetzt wird, fest bleibt.

**[0024]** Die Erfindung betrifft weiterhin ein Leitungselement, insbesondere für Abgasleitungen von Kraftfahrzeugen, welches einen Wickelschlauch der oben beschriebenen Art enthält.

**[0025]** Das vorstehend genannte Leitungselement kann insgesamt flexibel sein, wenn es keine weiteren schlauchartigen Bestandteile außer dem Wickelschlauch enthält oder wenn alle diese Bestandteile ebenfalls flexibel sind. Durch die hohe axiale Streckung des Wickelschlauches kann ein solches flexibles Leitungselement eine hohe axiale und laterale Bewegung verwirklichen.

**[0026]** Das genannte Leitungselement kann auch als ein starres, in der bevorzugten Ausführungsform gekrümmtes Leitungselement ausgebildet sein. Ein solches starres Leitungselement lässt sich beispielsweise verwirklichen, indem (außen oder innen) koaxial zum Wickelschlauch ein starres Rohr angeordnet wird. Des Weiteren kann der (anfänglich flexible) erfindungsgemäße Wickelschlauch versteift werden, beispielsweise durch Verlöten von Bandwindungen, um ein starres Leitungselement zu erzeugen.

**[0027]** Bei einem starren gekrümmten Leitungselement ist der Krümmungsradius optional kleiner als der doppelte Durchmesser des Leitungselementes, insbesondere kleiner als der einfache Durchmesser. Starre, gekrümmte Rohre mit derartig engen Biegeradien werden häufig in Abgasleitungen eingesetzt, um kompakte Konfigurationen zu verwirklichen. Nur durch die hohe Streckbarkeit des erfindungsgemäßen Wickelschlauches wird es möglich, solche Rohre zu ummanteln.

**[0028]** Im Folgenden wird die Erfindung mit Hilfe der Figuren beispielhaft näher erläutert. Die [Fig. 1–Fig. 8](#) zeigen verschiedene Ausführungsformen von erfindungsgemäßen Wickelschläuchen, wobei die jeweiligen Figurenteile Folgendes beinhalten:

- a) Querschnitte durch die Bänder, aus denen der jeweilige Wickelschlauch zusammengesetzt ist;
- b) einen Längsschnitt durch den mit den Bändern des Figurenteils a) zusammengesetzten Wickelschlauch im vollständig gestauchten Zustand (nur eine Schnittfläche ist dargestellt, die zweite liegt spiegelsymmetrisch zur Rotationsachse X);
- c) den Wickelschlauch des Figurenteils b) im vollständig gestreckten Zustand.

**[0029]** Im Einzelnen zeigt:

**[0030]** [Fig. 1](#) einen ersten Wickelschlauch aus zwei verschiedenen Bändern;

**[0031]** [Fig. 2](#) eine Abwandlung des Wickelschlauches von [Fig. 1](#), wobei das innere Band durch eine alternative Biegekonfiguration erzielt wird;

**[0032]** [Fig. 3](#) eine Abwandlung des Wickelschlauches von [Fig. 2](#), wobei das Profil des äußeren Bandes um eine Innenschuppe ergänzt ist;

**[0033]** [Fig. 4](#) eine Abwandlung des Wickelschlauches von [Fig. 3](#), wobei das Profil des äußeren Bandes weiterhin um eine Außenschuppe ergänzt ist;

**[0034]** [Fig. 5](#) einen Wickelschlauch aus drei verschiedenen Bändern;

**[0035]** [Fig. 6](#) eine Abwandlung des Wickelschlauches von [Fig. 1](#), wobei die Bandprofile schräg zur Schlauchachse stehende Stege aufweisen;

**[0036]** [Fig. 7](#) eine Abwandlung des Wickelschlauches von [Fig. 6](#), wobei die Bänder mehrlagig mit einer inneren Isolierschicht ausgebildet sind und optional mindestens eine der äußeren Bandlagen ganz oder teilweise aus einem Lotwerkstoff bestehen kann;

**[0037]** [Fig. 8](#) einen Wickelschlauch mit agraffartiger Verhakung von zwei Bändern;

**[0038]** [Fig. 9](#) ein Leitungselement mit einem Rohr von engem Biegeradius.

**[0039]** Die folgende Beschreibung konzentriert sich auf die Darstellung von streckbaren Wickelschläuchen. Die Verbindung von Bandwindungen durch einen Lotwerkstoff soll bei allen Ausführungsformen dieses Wickelschlauches möglich sein bzw. erfolgen, wenngleich dies nicht immer im Einzelnen erwähnt wird.

**[0040]** Die in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispiele betreffen einen Wickelschlauch, hergestellt durch schraubengangförmiges, mehrlagiges Wickeln von profiliertem Bandmaterial mit vorzugsweise eingehakter oder aber agraffartiger Bindung der Wickellagen. Gleiche Bezugszeichen oder um Vielfache von 100 verschiedene Bezugszeichen beziehen sich in den Figuren auf gleiche oder ähnliche Komponenten.

**[0041]** Vor allem im PKW-Bereich, aber auch bei Nutzfahrzeugen sind solche Wickelschläuche als so genannte Liner zur Abgasführung in Entkopplungselementen von Abgasanlagen bekannt. Sie werden in gasdichte Metallbälge eingebracht, um zusätzliche Turbulenzen im Abgasstrom zu vermeiden und um gleichermaßen die thermischen und akustischen Isolationseigenschaften des Entkopplungselements zu verbessern.

**[0042]** Im Nutzfahrzeugbereich werden Wickelschläuche oftmals alleine, d. h. mit Anschlusstechnik jedoch ohne umhüllenden Metallbalg als Entkopplungselement in den Abgasanlagen eingesetzt. Aufgrund einer zwar geringen, aber dennoch zulässigen Restleckage ist hier in vielen Fällen keine gasdichte Hülle erforderlich. Ein einfaches Ausführungsbeispiel für die als Entkopplungselement eingesetzten Metallschläuche ist der so genannte Agraff-Schlauch. Weitere Ausführungsbeispiele, die gegenüber dem Agraff-Schlauch noch geringere Abgas-Leckagen aufweisen, sind durch die Schriften DE 344 1064 C2 sowie DE 101 13 180 C2 bekannt geworden. Alle bekannten Ausführungsformen der Wickelschläuche sind in ihrer Endkontur mehrlagig, werden jedoch stets aus einem einzigen, in der Ursprungsform ebenen Metallband hergestellt.

**[0043]** Da weltweite gesetzliche Vorschriften den Schadstoff-Ausstoß von Nutzfahrzeugen zukünftig deutlich nach unten regulieren, werden Abgasanlagen zukünftig vermehrt mit Nachbehandlungsmodulen wie z. B. Russpartikel-Filtern und SCR-Systemen ausgestattet. Die Funktionsfähigkeit der Abgas-Nachbehandlungen ist in starker Maß von der Temperatur des Abgases abhängig, mit der es in die Nachbehandlung eintritt. Dies gilt im Fall der SCR-Systeme für die katalytische Reaktion, die möglichst kurz nach dem Startvorgang zu einer nahezu vollständigen Reduktion der Stickoxide führen soll. Im Fall des Partikelfilters kann die passive Regenerierung nur beim Überschreiten einer Mindest-Abgastemperatur erfolgen. Die aktive Regenerierung, die z. B. durch das Einspritzen von unverbranntem Diesel in die Abgasanlage initialisiert wird, arbeitet ebenfalls umso effektiver, je höher die Abgastemperaturen sind. Daraus ergibt sich die Forderung, dass die Temperaturverluste im Abgas von seinem Weg vom Turbo-Ausgang bis hin zum Eingang in die Nachbehandlung zu minimieren sind.

**[0044]** Von dieser Forderung sind alle Teile der Abgasleitung betroffen, dies sind in der Regel gerade und gebogene Rohrstücke sowie in vielen Fällen ein flexibles Leitungselement. Alle genannten Komponenten werden im Idealfall thermisch isoliert.

**[0045]** Vorzugsweise geschieht dies im PKW-Bereich durch eine sogenannte Luftspalt-Isolierung. D. h. die Abgasleitungen direkt hinter dem Motor und bis hin zum Katalysator werden doppelwandig ausgeführt. Eine ökonomische Alternative zur doppelwandigen Ausführung ist das Aufbringen von Abschirmblechen auf eine einwandige Abgasleitung.

**[0046]** Im Nutzfahrzeugbereich werden flexible Leitungselemente in vielen Fällen mit einer Luftspalt-Isolierung versehen. Starre Rohrleitungen hingegen, vor allem gebogene Rohre, werden in der Regel nicht doppelwandig ausgeführt. Dies vor allem, da das Biegen doppelwandiger Rohre im relevanten Durchmesserbereich von 77 mm bis hin zu 140 mm technisch aufwändig bis hin zu schwierig ist. Dies insbesondere, da in diesem Durchmesserbereich kleinste Biegeradien von  $1 \cdot D$  (Biegeradius = Rohrdurchmesser) inzwischen der industrielle Standard sind und in der überwiegenden Anzahl der Fälle nur aus einem einwandigen Rohr prozesssicher hergestellt werden können.

**[0047]** Deshalb ist das manuelle Aufbringen von Isolationen nach der schweißtechnischen Fertigstellung der Abgasführungen im Nutzfahrzeug-Bereich heute die Regel. Oftmals werden vorkonfektionierte Isolationskissen um die Rohrleitungen gewickelt oder aber E-Glas Gewebe unter einer hermetisch verschweißten Verkleidung aus dünnen, vorgeformten Blechen auf den geraden und gebogenen Rohrabschnitten angebracht.

**[0048]** Dieser große manuelle Arbeitsaufwand steht einer Standardisierung bzw. Industrialisierung des Aufbringens thermischer Isolationen entgegen. Die Standardisierung und Industrialisierung ist anzustreben, da zukünftig der überwiegende Anteil der Abgasführungen zwischen Turbo-Ausgang und Eingang in die Nachbehandlung im Bereich der Nutzfahrzeuge eine thermische Isolierung haben wird.

**[0049]** Eine Möglichkeit zur Erzeugung eines mehrlagigen Aufbaus bzw. zur Erzeugung einer Luftspalt-Isolierung ist die Ummantelung einer starren Abgasleitung mit einem Wickelschlauch. Grenzen dieser Anwendung sind die Biegeradien der gebogenen Rohrleitungen bis hin zu  $1 \cdot D$  (Biegeradius = Rohrdurchmesser). Diese kleinen Biegeradien können nicht mit den bekannten Agraff-Wickelschläuchen erzielt werden. Auch die bereits zitierten Ausführungen DE 344 1064 C2 und DE 101 13 180 C2 sind dazu nicht geeignet, da die Streckung der Agraff-

Wickelschläuche sowie aller ihrer Varianten im wesentlichen auf ca. 35% begrenzt ist.

**[0050]** Selbst ein mit einer hohen Streckung von bis zu 70% versehener, einfach eingehakter Wickelschlauch, beispielsweise in einer Ausführungsform gemäß DE 10 2007 016 784 A1, ist für die Ummantelung von gebogenen Rohrleitungen mit industriellen, engsten Biegeradien von  $1 \cdot D$  (Biegeradius = Rohrdurchmesser) nicht geeignet.

**[0051]** Vor diesem Hintergrund war es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen Wickelschlauch mit hoher Streckbarkeit bzw. Flexibilität bereitzustellen. Vorzugsweise sollte mit diesem eine Ummantelung gebogener Rohrleitungen bis hin zum einem heute üblichen Biegeradius von  $1 \cdot D$  (Biegeradius = Rohrdurchmesser) realisiert werden können. Dies vor allem, um die Voraussetzungen für die industrielle Aufbringung von Isolationen auf starren, gebogenen Abgasleitungen zu schaffen. Geometrische Überlegungen zeigen, dass die Streckung eines solchen Wickelschlauchs größer gleich 100% sein muss.

**[0052]** Die in den Figuren dargestellten Beispiele für erfindungsgemäße Wickelschläuche bestehen aus mehreren, in unterschiedlichen Profilgeometrien vorgeformten Bändern, die im weiteren Herstellungsprozess abwechselnd ineinander gewickelt werden.

**[0053]** [Fig. 1](#) zeigt eine erste Ausführungsform eines solchen Wickelschlauches **100**. Er besteht aus zwei unterschiedlich vorprofilieren Metallbändern **110** und **120**. Dabei weist ein erstes der beiden Bänder **110** ([Fig. 1a](#) links) das Profil eines konventionellen, eingehakten Schlauches auf. Die S-förmige Kontur dieses Bandes **110** besteht aus den radial zur Schlauchachse X stehenden Stegen am linken Profilrand (Steg **116**), im Mittenbereich des Profils (Steg **114**) sowie am rechten Profilrand (Steg **112**). Die Summe der Längen des linken Radialstegs **116** und des rechten Radialstegs **112** entsprechen bei dem beschriebenen Profil **110** circa der Länge des mittleren Radialstegs **114**. In axialer Richtung (d. h. parallel zur Schlauchachse X) verbindet der innen liegende Axialsteg **113** den linken Radialsteg **116** mit dem mittleren Radialsteg **114**. Ferner verbindet der außen liegende Axialsteg **111** die Radialstege **114** und **112**. Aus unten näher erläuterten Gründen werden der äußere und der innere Axialsteg **111** und **113** im Folgenden auch als "erster Teleskopabschnitt" TA1 bzw. "dritter Teleskopabschnitt" TA3 bezeichnet.

**[0054]** Da das konventionelle Profil eines einfach eingehakten Schlauchs, den man aus dem Band **110** bilden könnte, aus physikalischen sowie aus Plausibilitätsgründen stets Streckungen wesentlich kleiner 100% aufweist, wird die Konfiguration mit einem zweiten Profil **120** erweitert. Das zweite Profil **120** ([Fig. 1a](#) Mitte) besteht in einer bevorzugten Ausführungsform aus einem linksseitigen radialen Steg **126**.

An diesen schließt mit einer  $180^\circ$ -Blechfaltung ein zweiter radialer Steg **124** direkt an. Rechtsseitig wird das Profil durch einen radial nach innen stehenden Steg **122** begrenzt. Die radialen Stege **126** und **122** sind durch den axial liegenden Steg **121** verbunden. Letzterer wird im Folgenden auch als "zweiter Teleskopabschnitt" TA2 bezeichnet.

**[0055]** Eine zum zweiten Profil **120** alternative Profilgeometrie ist in dem dritten Profil **120'** in [Fig. 1a](#) rechts dargestellt. Diese halbiert den linken Radialsteg in seiner radialen Ausdehnung, so dass die Blechfaltung sowie der untere radiale Steg (**126**) entfallen. Die geometrisch einfachere, jedoch fertigungstechnisch nicht vorteilhafte Geometrie des Profils **120'** besteht im Ergebnis aus dem radial nach außen stehenden linken Steg **124'** und dem radial nach innen stehenden rechten Steg **122'**, die durch den axial liegenden Steg **121'** verbunden sind.

**[0056]** Das zweite oder dritte Profil **120** bzw. **120'** können alternativ in Kombination mit dem ersten Profil **110** Anwendung finden und führen zu einem aus zwei unterschiedlichen Vorprofilen gewickelten Metallschlauch, dessen Streckung deutlich größer 100% ist. Dies zeigt der Vergleich zwischen der gestauchten Profilkonfiguration ([Fig. 1b](#)) und der gestreckten Profilkonfiguration ([Fig. 1c](#)) für die Kombination des ersten Profils **110** mit dem zweiten Profil **120**.

**[0057]** Die große Streckung wird dabei durch einen Effekt erzielt, der dem eines Teleskops ähnlich ist. Im gestauchten Zustand des Wickelschlauches **100** ([Fig. 1b](#)) sind nämlich jeweils drei "Teleskopabschnitte" TA1, TA2 und TA3 der Bänder **110** und **120** axial überlappend angeordnet, während sie im gestreckten Zustand ([Fig. 1c](#)) axial aufeinanderfolgend angeordnet sind. Vernachlässigt man die (geringe) axiale Dicke von Radialstegen, so können die Teleskopabschnitte TA1, TA2 und TA3 im Wesentlichen als axial gleich lang angesehen werden. Die axiale Erstreckung einer Periodenlänge des Wickelschlauches **100** ist damit ungefähr gleich der Länge eines Teleskopabschnittes im gestauchten und gleich der Länge von drei Teleskopabschnitten im gestreckten Zustand.

**[0058]** Genauer formuliert entspricht die axiale Ausdehnung des Wickelschlauches **100** im gestauchten Zustand der Summe der axialen Längen des ersten Profils **110**. Die axiale Länge des zweiten Profils **120** setzt sich aus der Summe der axialen Längen seiner Stege **121**, **122**, **124**, **126** zusammen. Im gestauchten Zustand entspricht diese Summe der Summe der axialen Längen der Stege **111** und **112**. Dies bedeutet, dass das zweite Profil **120** linksseitig vom Steg **114** berandet wird und unterhalb der Stege **111**, **112** liegt. Somit hat das zweite Profil **120** keinen Beitrag zur axialen Länge im gestauchten Zustand. Im ge-

streckten Zustand hingegen wird der Wickelschlauch **100** teleskopartig ausgefahren. Somit verlängert sich die gesamte Streckung der Profilkonfiguration im Wesentlichen um die axiale Ausdehnung des Teleskopabschnittes TA2.

[0059] **Fig. 2** zeigt eine Variante des Wickelschlauchs von **Fig. 1**. Dabei kommt wiederum ein einfach eingehaktes Profil **210** zum Einsatz, das dem ersten Profil **110** von **Fig. 1** entspricht. Die zweite Profilgeometrie **220** ist gegenüber dem Band **120** von **Fig. 1** dadurch modifiziert, dass die Blechfaltung zwischen den Radialstegen **224** und **226** hier radial außen liegt. Der gestauchte Zustand (**Fig. 2b**) und der gestreckte Zustand (**Fig. 2c**) des Wickelschlauches **200** zeigen die gleichen Streckwerte wie die Konfiguration in **Fig. 1**.

[0060] **Fig. 3** zeigt eine Variante des Wickelschlauchs von **Fig. 2**. Das zweite Profil **320** dieses Wickelschlauches **300** entspricht dem zweiten Profil **220** von **Fig. 2**. Das in **Fig. 1** bereits beschriebene, einfach eingehakte Profil **110** wird indes zu dem ersten Profil **310** erweitert. An diesem ersten Profil **310** ist linksseitig eine radiale Blechfaltung mit einem anschließenden radialen Steg **316** und einer Innenschuppe **315** ergänzt. Die Innenschuppe **315** besteht aus einer ersten innen liegenden Schlauchschuppe **315a**, einem radialen Steg **315b** in der Länge der Blechdicke, sowie einer zweiten innen liegenden Schlauchschuppe **315c**. Die angefügte Innenschuppe **315** stellt eine näherungsweise glatte Innenfläche des Wickelschlauches **300** im gestreckten Zustand sicher. Weiterhin bewirkt die Ergänzung der Innenschuppe **315** die Bildung von Hohlkammern HK1, HK2 im gestreckten Zustand, um den Isolationseffekt zu verbessern. Im gestauchten Zustand leistet die Innenschuppe **315** keinen Beitrag zur axialen Länge.

[0061] Bei dem Wickelschlauch **400** von **Fig. 4** ist das erste Profil **410** des Wickelschlauches gegenüber dem aus **Fig. 3** rechtsseitig eine radial einwärts gerichtet Blechfaltung, einem direkt anschließenden radialen Steg **412**, und eine Außenschuppe **417** erweitert. Die Außenschuppe **417** besteht aus einer ersten außen liegende Schlauchschuppe **417a**, einem radialen Steg **417b** in der Länge der Blechdicke, sowie einer zweiten außen liegende Schlauchschuppe **417c**. Die Außenschuppe **417** leistet wiederum im gestauchten Zustand keinen Beitrag zur axialen Länge. Im gestreckten Zustand entsteht durch die Außenschuppe **417** eine näherungsweise glatte Außenfläche des Wickelschlauches **400**. Ferner wird eine zusätzliche Hohlkammer HK3 erzeugt, um den Isolationseffekt zu verbessern.

[0062] **Fig. 5** zeigt beispielhaft einen Wickelschlauch **500**, der aus drei unterschiedlichen, vorprofilieren Bändern **510**, **520**, und **530** besteht. Das erste Band **510** besteht dabei aus einem Axialsteg **511** (ers-

ter Teleskopabschnitt TA1) mit angrenzenden, nach innen weisenden, unterschiedlich langen Radialstegen **512** bzw. **514**. Das zweite Band **520** entspricht dem zweiten Band **120** aus **Fig. 1** und beinhaltet den zweiten Teleskopabschnitt TA2. Das dritte Band **530** besteht aus einem Axialsteg **531** (dritter Teleskopabschnitt TA3) mit angrenzenden, nach außen weisenden, gleich langen Radialstegen **532** bzw. **534**. Die im gestauchten Zustand überlappenden und im gestreckten Zustand nebeneinander liegenden Teleskopabschnitte TA1, TA2 und TA3 sind somit auf die drei verschiedenen Bänder verteilt. Die gestauchte Profilgeometrie sowie die gestreckte Profilgeometrie zeigen, dass die Streckungswerte mit denen der bereits beschriebenen Profilkonfigurationen vergleichbar sind und in jedem Fall über 100% liegen.

[0063] In **Fig. 6** ist eine weitere Variante des Wickelschlauchs aus **Fig. 1** abgebildet. Im Vergleich des ersten Profils **610** mit dem ersten Profil **110** von **Fig. 1** zeigt sich, dass die Radialstege **616** bzw. **612** am linken und rechten Profilrand in der Variante aus **Fig. 6** bezüglich der Rotationsachse X keinen rechten Winkel aufweisen. In bevorzugten Ausführungsformen beträgt der Winkel  $\alpha$  des linken Radialstegs **616** im Wickelschlauch **600** zur Rotationsachse X zwischen  $60^\circ$  und  $90^\circ$ . Der diesem Steg **616** gegenüberliegende Radialsteg **622** am zweiten Profil **620** verläuft parallel, um im gestreckten Zustand eine größtmögliche Kontaktfläche zu erzielen.

[0064] Des Weiteren beträgt der Winkel  $\beta$  des rechten Radialstegs **612** zur Rotationsachse X zwischen  $60^\circ$  und  $90^\circ$ . Der diesem Steg **612** gegenüberliegende radial obere, rechte Steg **624** am zweiten Profil **620** verläuft wiederum parallel, um im gestreckten Zustand eine größtmögliche Kontaktfläche zu erzielen.

[0065] Die gezeigte Winkelstellung der Radialstege kann sich für alle dargestellten Profile der **Fig. 1** bis **Fig. 5** Festigkeit steigernd auswirken. Somit ist dieses Gestaltungselement für alle gezeigten Varianten relevant. Die Streckung des Wickelschlauches wird dadurch nicht limitiert, wie der Vergleich der **Fig. 6b** und **Fig. 6c** zeigt.

[0066] **Fig. 7** stellt die Geometrie aus **Fig. 6** in einem mehrlagigen Aufbau der Bänder **710**, **720** dar. Das erste Band **710** besteht in der gezeigten Form beispielsweise aus drei Lagen **710a**, **710b** und **710c**, wobei in dieser bevorzugten Ausführungsform die äußeren Lagen **710a** und **710c** metallisch sind. Die mittlere Lage **710b** beschreibt eine thermisch isolierende Bandlage. In gleicher Weise sind die äußeren Lagen **720a** und **720c** der zweiten Profilgeometrie **720** metallisch. Die mittlere Bandlage **720b** ist in der bevorzugten Ausführungsform isolierend. Beliebige Kombinationen aus Profilen mit und ohne isolierende Bandlagen sind technisch realisierbar.

**[0067]** In einer alternativen Ausführungsform gemäß **Fig. 7** besteht mindestens eine der äußeren Lagen (**710a**, **710c**, **720a**, **720c**) ganz oder teilweise aus einem Lotwerkstoff. Die unter Integration eines Lotwerkstoffs hergestellte Ausführungsform des streckbaren Wickelschlauchs kann in einem anschließenden Fertigungsschritt in eine beliebig gekrümmte Form gebracht werden. Eine folgende thermische Behandlung, beispielsweise in einem Lötöfen mit inerter Atmosphäre, überführt den ursprünglich streckbaren Wickelschlauch in ein starres, gekrümmtes Leitungselement.

**[0068]** Neben den beschriebenen einfach eingehakten Wickelschläuchen sind Profilkonfigurationen aus Agraffprofilen mit ebenfalls signifikant erhöhter Streckung technisch prinzipiell machbar. Dies ist in **Fig. 8** für einen Wickelschlauch **800** schematisch illustriert, welcher aus einem ersten Agraff-Profil **810** und einem zweiten Agraff-Profil **820** besteht. Das erste Profil **810** unterscheidet sich vom ersten Profil **110** der **Fig. 1** im Wesentlichen dadurch, dass an die endständigen Radialstege **816** und **812** jeweils noch zur Profilmittte gerichtete Axialabschnitte **813'** bzw. **811'** anschließen, die parallel zu den Axialabschnitten **813** bzw. **811** verlaufen und sich über etwa deren halbe Länge erstrecken.

**[0069]** In ähnlicher Weise unterscheidet sich das zweite Profil **820** vom (alternativen) zweiten Profil **120'** der **Fig. 1** im Wesentlichen dadurch, dass an die endständigen Radialstege **824** und **822** jeweils noch zur Profilmittte gerichtete Axialabschnitte **821'** bzw. **821''** anschließen, die parallel zum Axialabschnitt **821** verlaufen und sich auf dessen Außenseite bzw. Innenseite über etwa seine halbe Länge erstrecken.

**[0070]** **Fig. 9** zeigt schematisch den Einsatz eines erfindungsgemäßen Wickelschlauches (z. B. in der Ausführungsform des Wickelschlauches **100** aus **Fig. 1**) in einem Leitungselement **1**. Das Leitungselement **1** enthält ein inneres (vorzugsweise starres) Rohr **10**, das mit einem engen Biegradus  $R$ , der ungefähr gleich dem Rohrdurchmesser  $D$  gebogen ist. Aufgrund seiner hohen Streckbarkeit kann der Wickelschlauch **100** sich dieser engen Biegung anpassen und so einen thermisch isolierenden Luftspalt um das Rohr **10** herum ausbilden.

**[0071]** Alle in den Ausführungsbeispielen gezeigten Bänder bzw. Profile **110**, **120**, **120'**, **210**, **220**, **310**, **320**, **410**, **420**, **510**, **520**, **530**, **610**, **620**, **710**, **720**, **810**, **820** können zur Verbesserung der Isolationswirkung aus mehreren metallischen und nicht-metallischen Bandlagen bestehen, die miteinander schraubengangförmig gewickelt sind. Die isolierende(n) Bandlage(n) sind in einer bevorzugten Ausführungsform mittig im mehrlagigen Verbund angeordnet (vgl. DE 10 2009 040 072.9).

**[0072]** Weitere Ausführungsformen des Wickelschlauchs sehen unterschiedliche Anzahlen und Kombinationen der in den Figuren beschriebenen Profilgeometrien vor.

**[0073]** Alle Ausführungsformen des Wickelschlauchs haben gemeinsam, dass sie aus mehreren, vorzugsweise zwei unterschiedlichen Profilen bestehen, wobei eines der beiden im gestauchten Zustand teleskopartig in ein zweites eingefahren wird, so dass die gestauchte Länge im Wesentlichen durch ein einzelnes Profil, die gestreckte hingegen durch beide Profile bestimmt wird.

**[0074]** Weitere optionale Eigenschaften des erfindungsgemäßen Wickelschlauchs sowie der damit herstellbaren flexiblen und starren Leitungselemente werden in der folgenden Aufzählung noch einmal zusammengefasst:

- Der Wickelschlauch besteht aus mindestens zwei in ihrer Geometrie unterschiedlichen Profilen, vorzugsweise aus zwei, drei, vier, fünf, oder sechs Profilen.
- Die axiale Länge des Wickelschlauchs im gestauchten Zustand wird im Wesentlichen durch eines der beteiligten Profile und seine axiale Länge im gestreckten Zustand durch alle beteiligten Profile bestimmt.
- Die Profile des Wickelschlauchs sind einfach eingehakt und die einzelnen Profilstege stehen axial und radial zur Schlauchachse.
- Die Profile des Wickelschlauchs sind einfach eingehakt, ein Teil der einzelnen Profilstege steht axial und der verbleibende Teil der Profilstege schließt mit der Schlauchachse einen Winkel zwischen  $60^\circ$  und  $90^\circ$  ein.
- Die Profile des Wickelschlauchs sind einfach eingehakt, oder agraffartig, oder Kombinationen aus einfach eingehakten und agraffartigen Profilen.
- Die Profile des Wickelschlauchs haben teilweise Innenschuppen, die im gestreckten Zustand eine relativ glatte Innenfläche sicherstellen.
- Die Profile des Wickelschlauchs haben teilweise Außenschuppen, die im gestreckten Zustand eine relativ glatte Außenfläche sicherstellen.
- Mindestens ein Profil des Wickelschlauchs besteht aus einer einzigen metallischen Bandlage.
- Mindestens ein Profil des Wickelschlauchs besteht aus mehreren Bandlagen.
- Die Profile des Wickelschlauchs bestehen alle entweder aus einer Bandlage oder alle aus mehreren Bandlagen.
- Die Profile des Wickelschlauchs sind mehrlagig und bestehen nur aus metallischen Bandlagen, oder aus metallischen und thermisch isolierenden Bandlagen.
- Der Wickelschlauch ist in einem Zusammenbau mit einem starren Rohr oder einem flexiblen Leitungselement außen oder innen angeordnet.

- Der Wickelschlauch ist in einem Zusammenbau mit geraden und gebogenen, starren Leitungselementen innen oder außen angeordnet.
- Ein Profil oder eine Bandlage des Wickelschlauchs besteht ganz oder teilweise aus einem Lotwerkstoff, so daß er in eine beliebige gebogene Form gebracht und durch einen anschließenden Lötvorgang in ein starres Leitungselement überführt werden kann.

**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**

- DE 102007016784 A1 [[0002](#), [0050](#)]
- DE 3441064 C2 [[0042](#), [0049](#)]
- DE 10113180 C2 [[0042](#), [0049](#)]
- DE 102009040072 [[0071](#)]

### Patentansprüche

1. Wickelschlauch aus mindestens einem spiralförmig gewickelten Band, **dadurch gekennzeichnet**, dass Bandwindungen zumindest stellenweise durch einen Lotwerkstoff verbunden sind.

2. Wickelschlauch nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Lotwerkstoff Bandwindungen um mindestens 360° umlaufend verbindet.

3. Verfahren zur Herstellung eines Wickelschlau-  
ches,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
– mindestens ein Band spiralförmig gewickelt wird;  
– Bandwindungen durch einen Lotwerkstoff verbunden werden.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Lotwerkstoff als ein Lotband vorliegt, das gemeinsam mit dem mindestens einen Band spiralförmig gewickelt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass das mindestens eine Band mehrlagig ist, wobei eine der Lagen durch den Lotwerkstoff gebildet wird.

6. Leitungselement, insbesondere für Abgasleitungen von Kraftfahrzeugen, enthaltend einen Wickelschlauch nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 2.

Es folgen 9 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

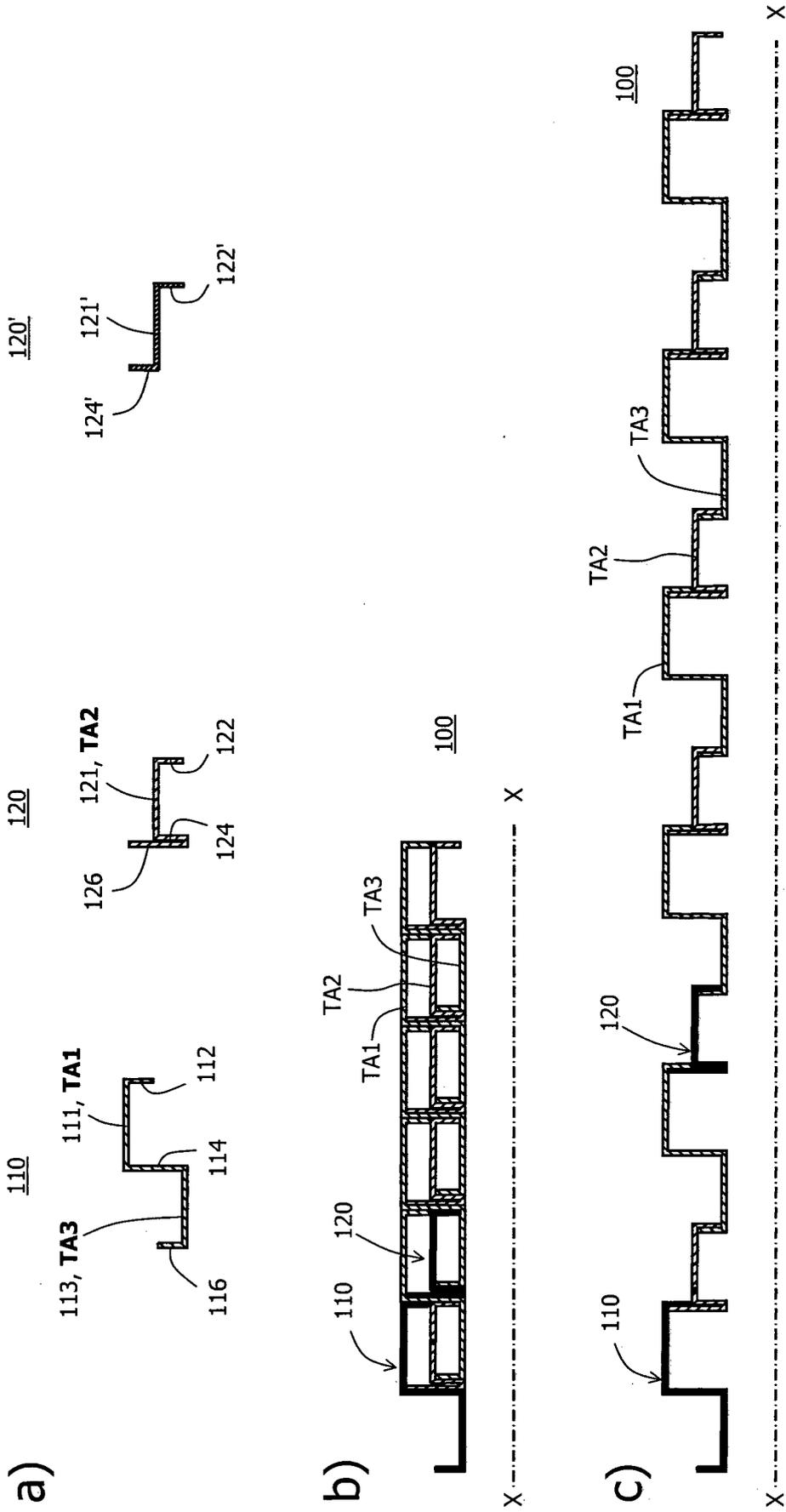


Fig. 1

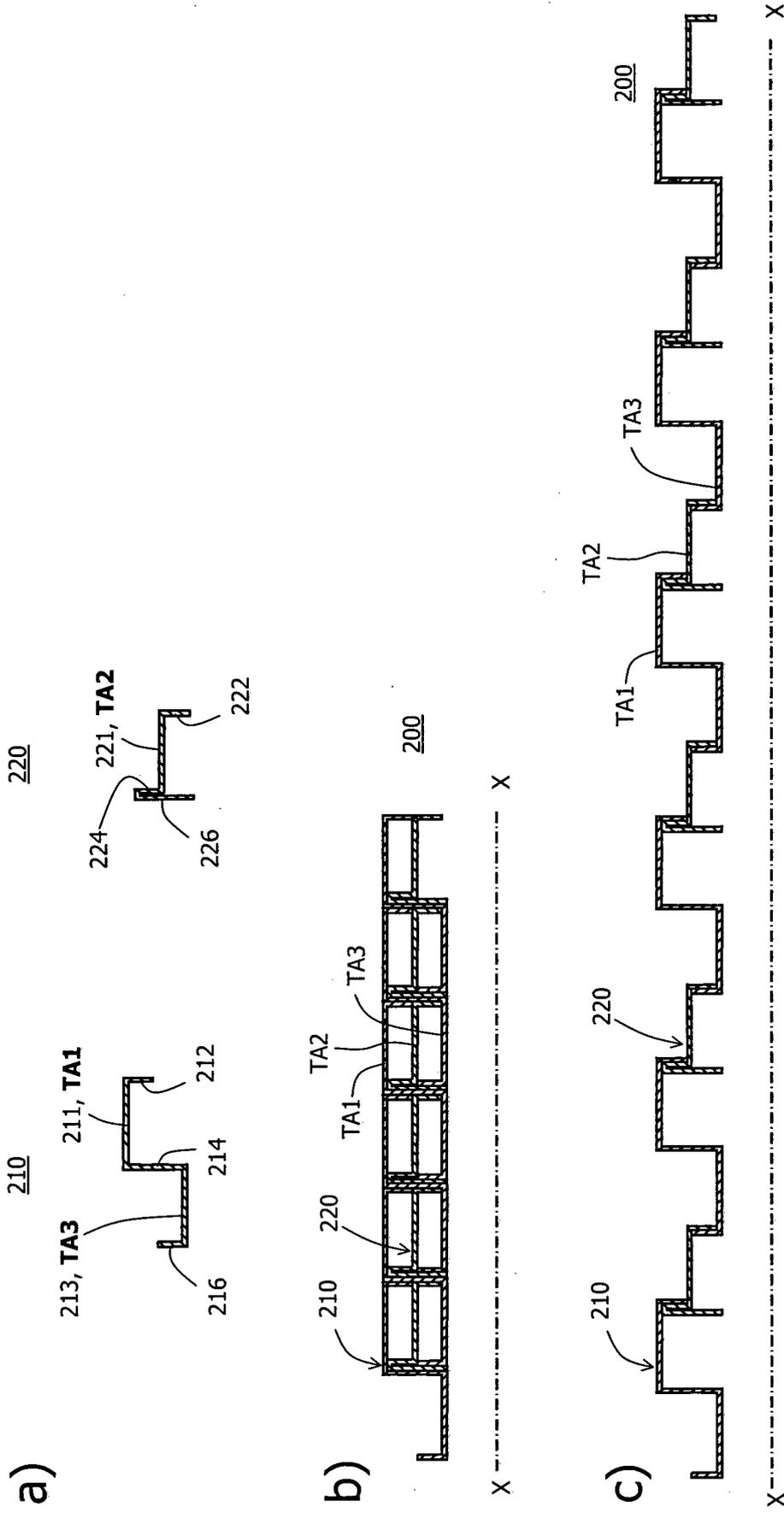


Fig. 2

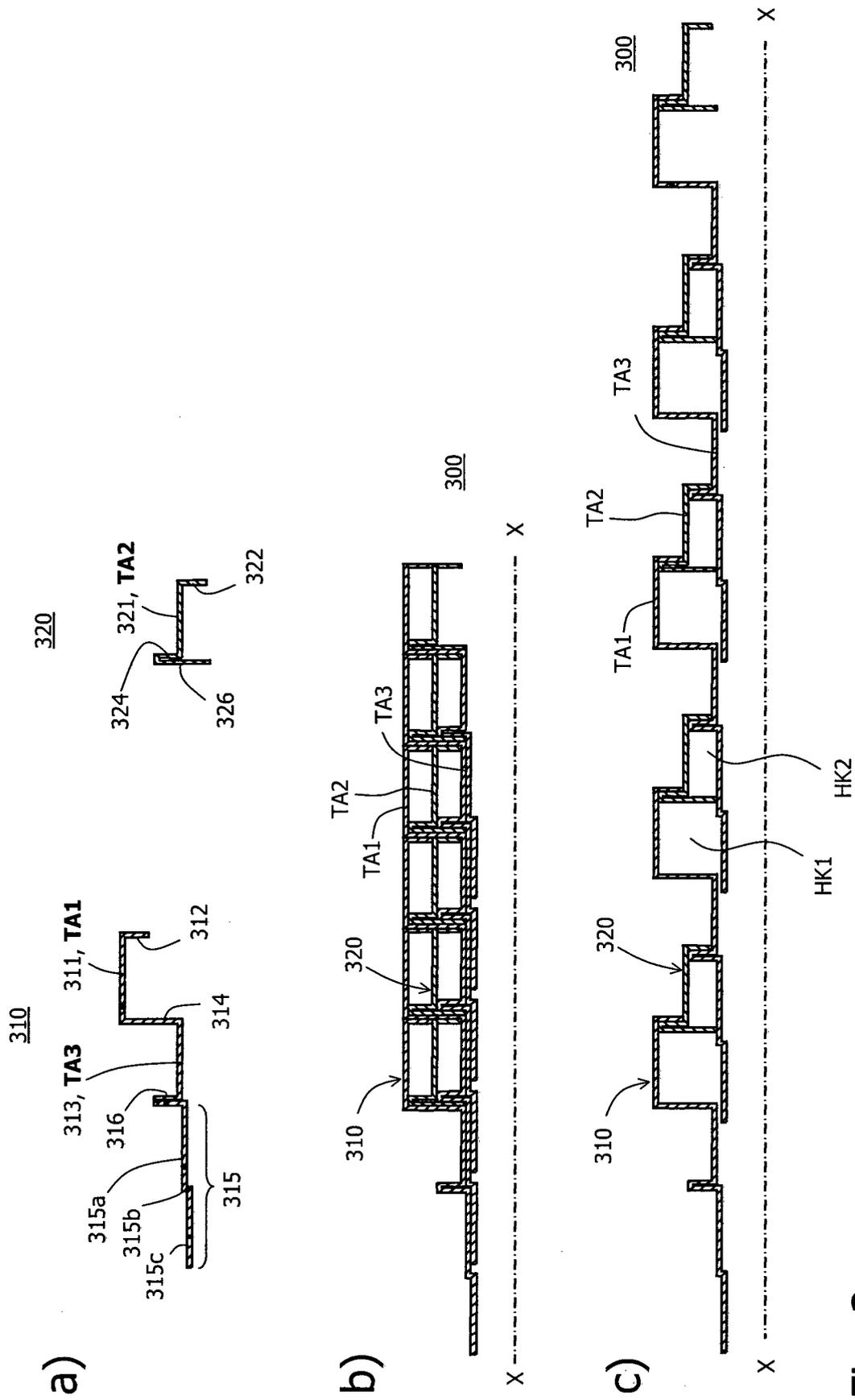


Fig. 3

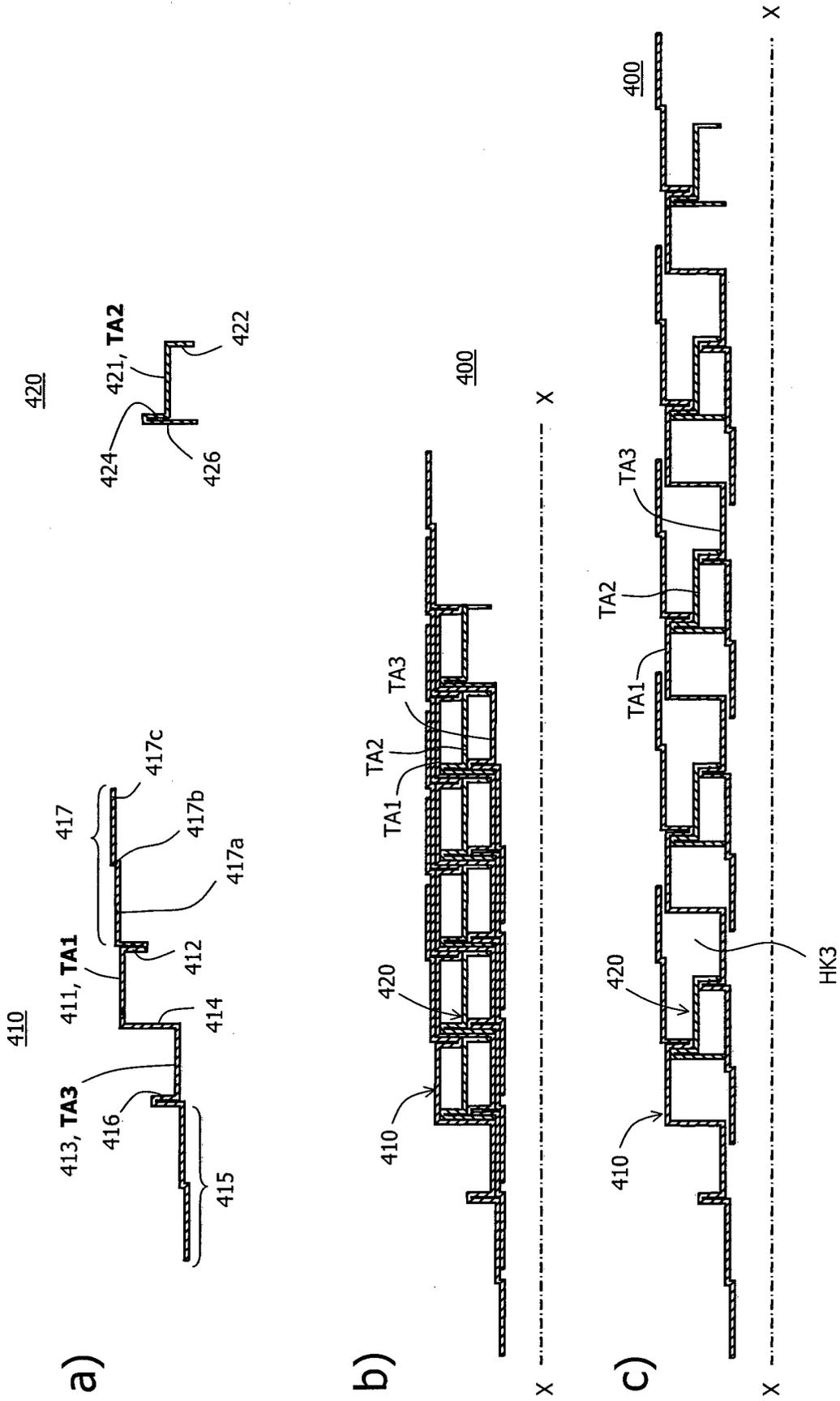


Fig. 4

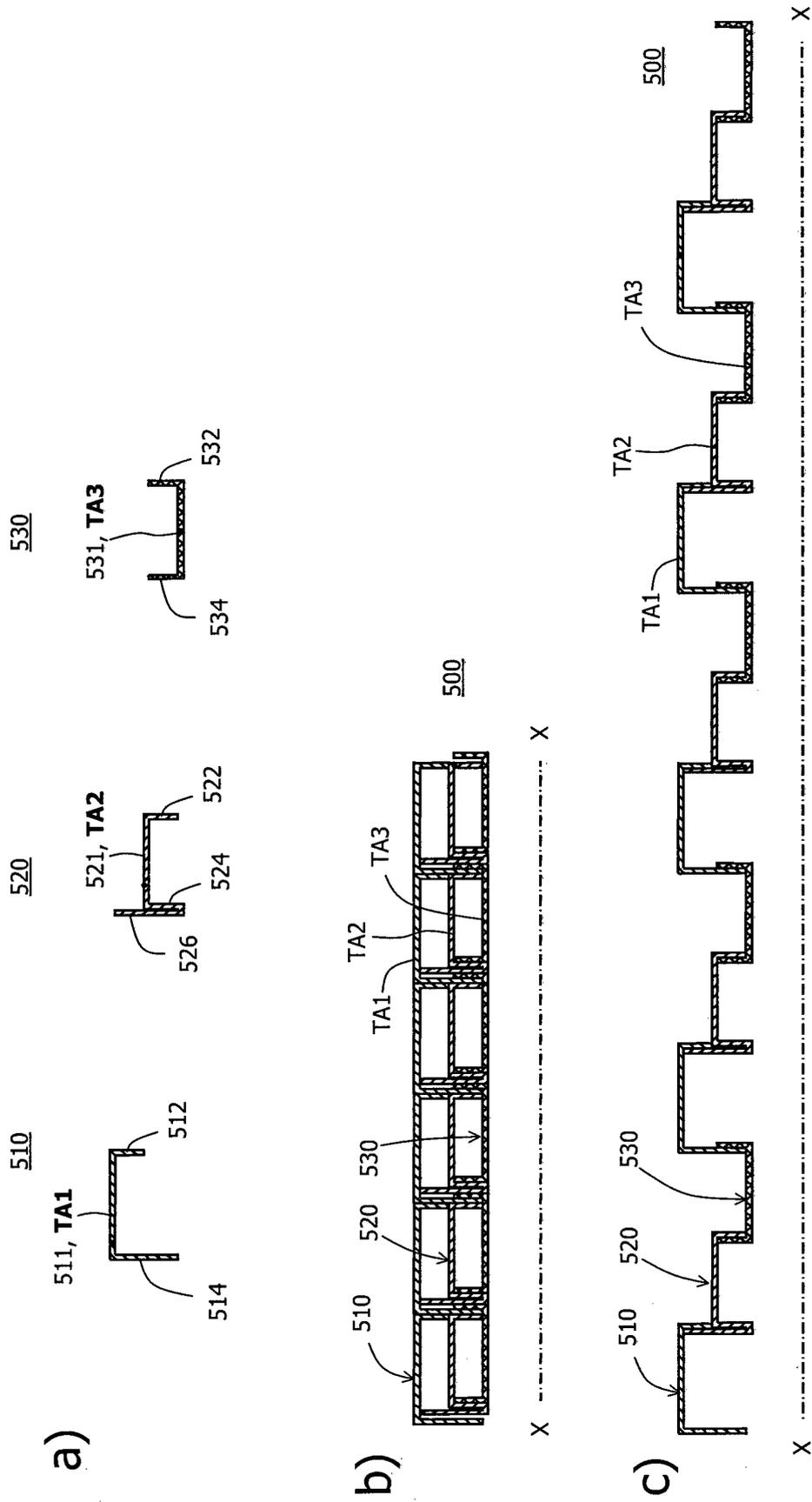


Fig. 5

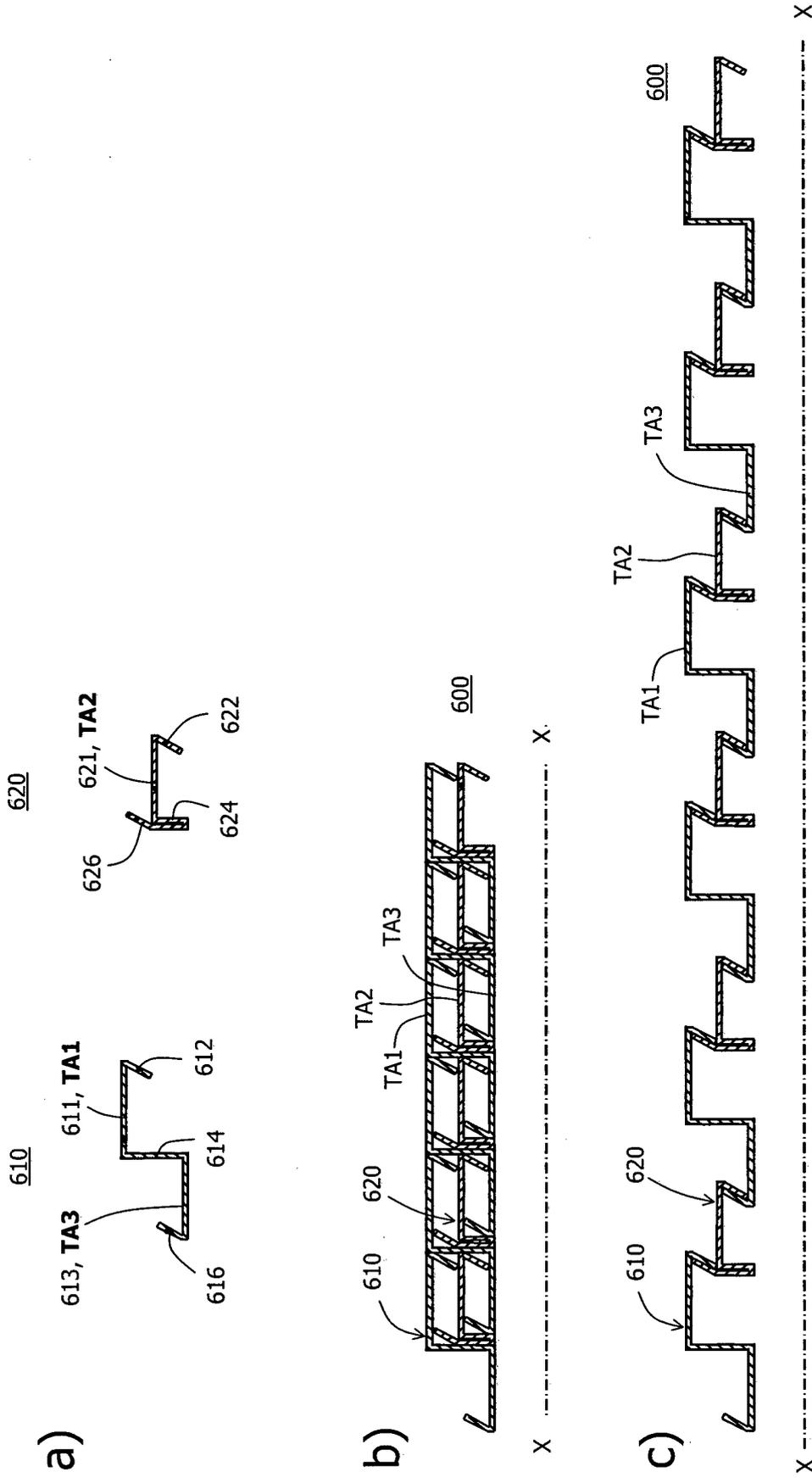


Fig. 6

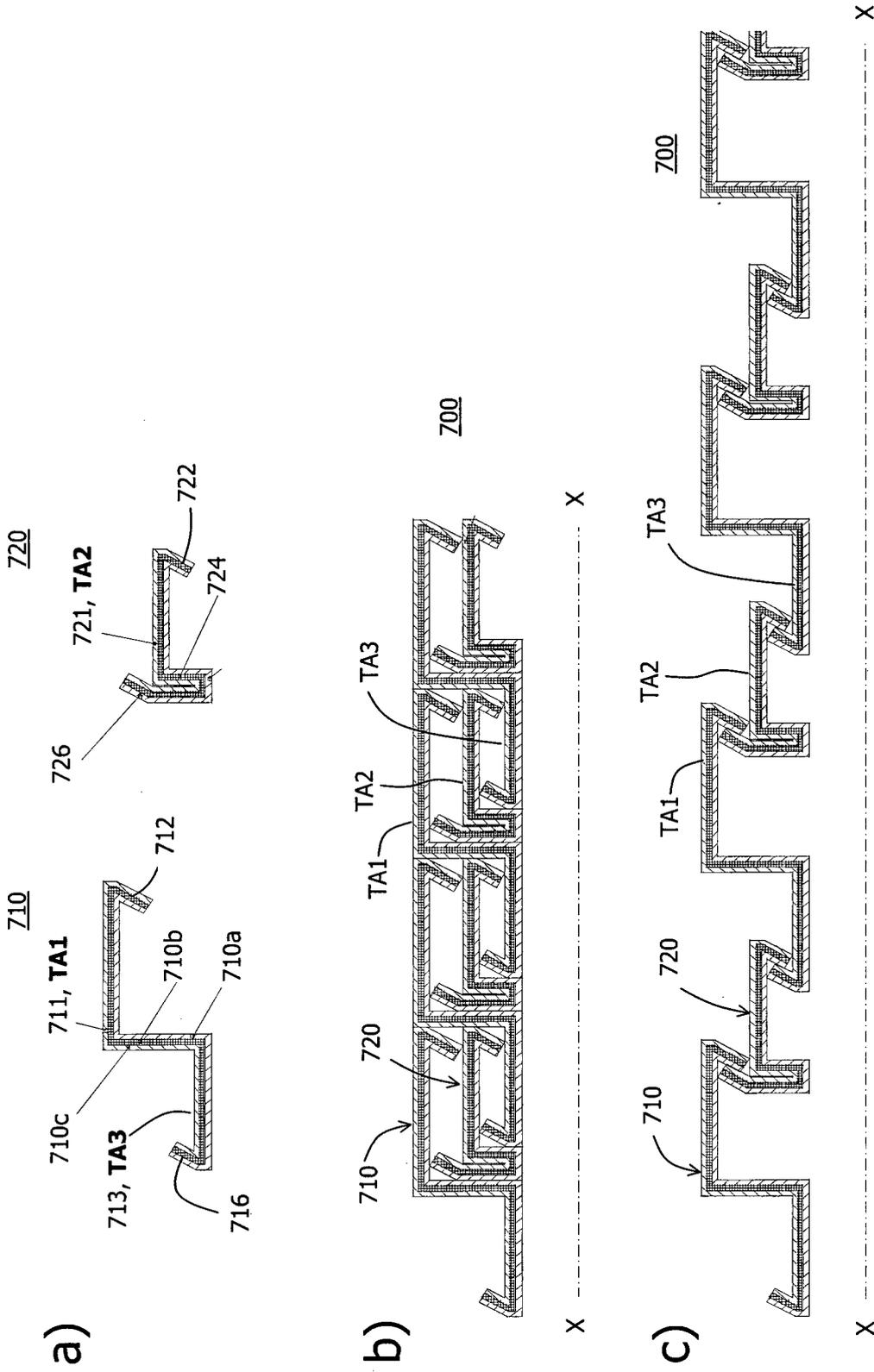


Fig. 7

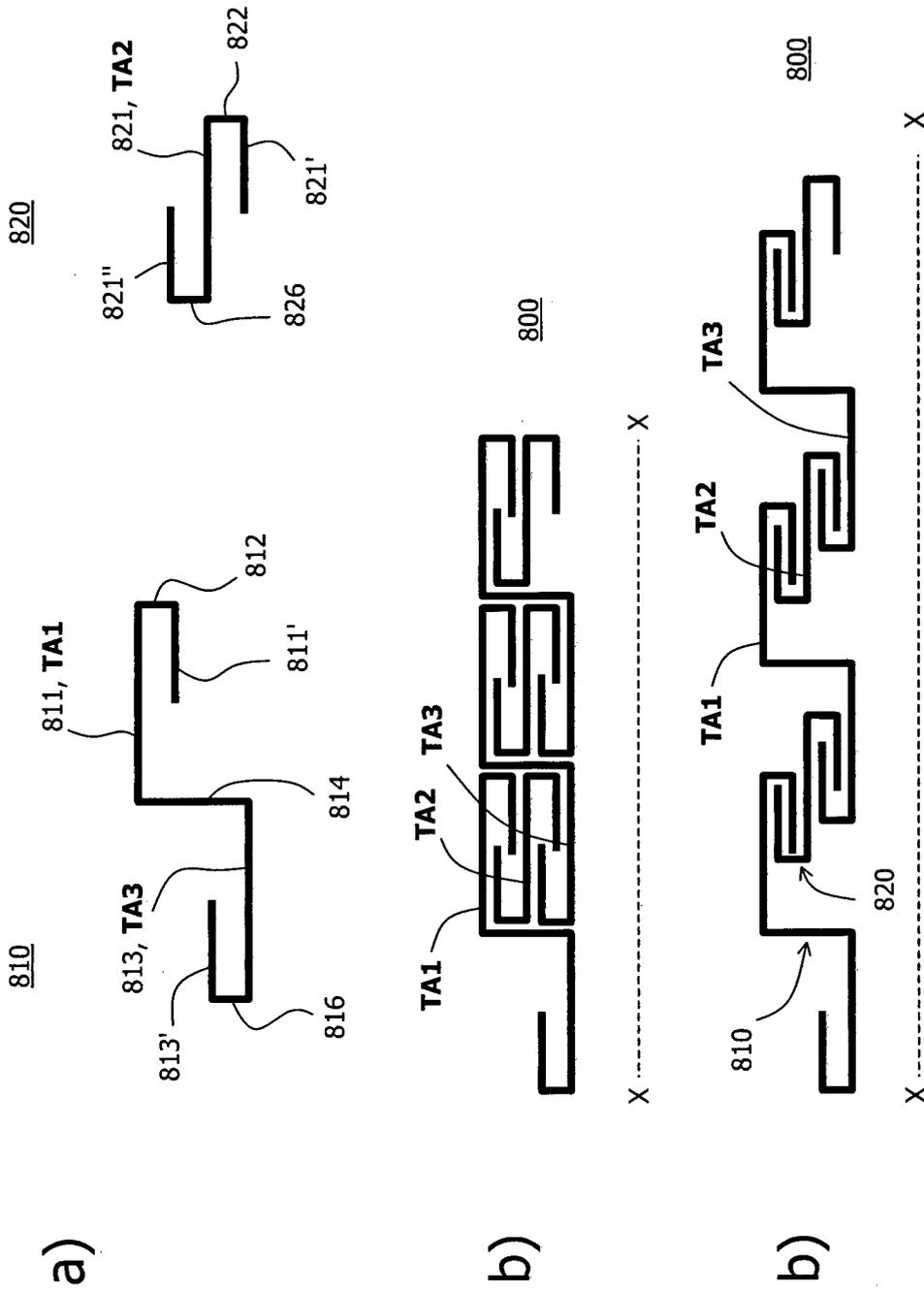


Fig. 8

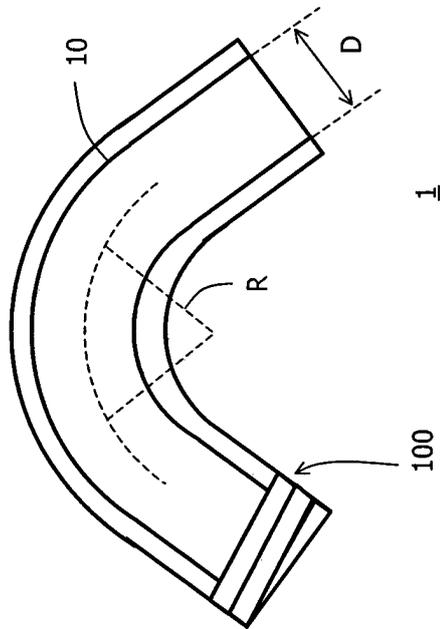


Fig. 9