

(19)



(11)

EP 2 111 917 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
28.09.2011 Patentblatt 2011/39

(51) Int Cl.:

B01F 3/04 (2006.01)

B01F 15/00 (2006.01)

B01D 53/34 (2006.01)

B01F 5/00 (2006.01)

B01F 5/06 (2006.01)

F01N 3/20 (2006.01)

B01D 53/74 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **09005543.5**

(22) Anmeldetag: **20.04.2009**

(54) **Statischer Mischer, Verfahren zur Herstellung eines solchen und Mischanordnung**

Static mixer, method for manufacturing the same and mixing arrangement

Mélangeur statique, son procédé de fabrication et dispositif de mélange

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL
PT RO SE SI SK TR**

(30) Priorität: **25.04.2008 DE 102008020827**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
28.10.2009 Patentblatt 2009/44

(73) Patentinhaber: **Presswerk Struthütten GmbH
57290 Neunkirchen (DE)**

(72) Erfinder: **Jud, Michael**

57290 Neunkirchen (DE)

(74) Vertreter: **Samson & Partner**

**Widenmayerstrasse 5
80538 München (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:

EP-A- 0 894 523

DE-A1- 3 536 315

DE-A1- 4 313 393

DE-A1-102006 055 036

DE-A1-102007 009 890

DE-A1-102007 020 812

DE-A1-102007 048 558

EP 2 111 917 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 vorliegende Erfindung betrifft einen Mischer zum Vermischen wenigstens eines Fluidstromes in einem Rohrabschnitt. Die Erfindung betrifft weiterhin eine Mischeranordnung, welche wenigstens zwei solcher Mischer aufweist, die hintereinander in einem Rohrabschnitt angeordnet sind und ein Verfahren zur Herstellung eines solchen Mixers.

[0002] Statische Mischer werden verwendet, um einen bzw. mehrere in einem Rohrabschnitt strömende Fluidströme zu verwirbeln bzw. miteinander zu vermischen.

[0003] Der hier verwendete Begriff Fluidstrom soll auch solche Ströme umfassen, bei denen beispielsweise kleine Tröpfchen oder Partikel in einem Fluidstrom transportiert werden.

[0004] Statische Mischer werden z.B. in der Abgasreinigung eingesetzt. Dabei wird in einen Abgasstrom, der in einem Rohrabschnitt strömt (zum Beispiel aus einer Verbrennungsmaschine), über eine Sonde ein Reaktionsmittel injiziert (zum Beispiel Harnstoff zur NOX-Reduktion). Anschließend werden Abgasstrom und Reaktionsmittel einem Katalysator zugeführt, in dem die gewünschte Reaktion zur Abgasaufbereitung stattfindet. Damit eine möglichst vollständige und gleichmäßige Reaktion im gesamten Abgasstrom stattfindet, werden Abgasstrom und Reaktionsmittelstrom vor dem Eintritt in den Katalysator möglichst vollständig miteinander vermischt. Nur so kann das Reaktionsmittel richtig dosiert zugegeben und können die Katalysatorflächen optimal für die Reaktion genutzt werden. Der oder die statischen Mischer sollen dabei auf einer möglichst kurzen Strömungsstrecke Abgasstrom und Reaktionsmittelstrom weitgehend homogen miteinander vermischen und dabei einen möglichst geringen Strömungswiderstand aufbauen. Darüber hinaus spielen gerade im Kraftfahrzeugbereich Kosten und damit fertigungstechnische Aspekte eine große Rolle; das heißt, der statische Mischer soll möglichst kostengünstig herstellbar sein.

[0005] Bei einem aus der DE 10 2006 024778 B3 bekannten statischen Mischer sind mehrere quer zur Strömungsrichtung aufeinanderliegende Lagen eines wellenförmigen Bandmaterials vorgesehen, das mehrere in Strömungsrichtung durchströmbare Zellen bildet, wobei an der Abströmseite (Austrittsseite der Strömung) der Zellen gewölbte Strömungsleitflächen vorgesehen sind, die sich in Strömungsrichtung sowie quer dazu erstrecken und damit die durch die Zellen geführten Fluidströme miteinander vermischen und verwirbeln.

[0006] Ein ähnlicher statischer Mischer ist in Figur 11 dargestellt. Hier sind gitterförmig gekreuzte, durchströmbare Zellen bildende Blechlamellen vorgesehen, an denen abströmseitig zungenförmige, ebene Strömungsleitflächen vorgesehen sind, die durch die Gitterzellen tretende Fluidströme miteinander vermischen und verwirbeln. Die gitterförmig angeordneten Lamellen sind in einem rohrförmigen Trägerabschnitt fixiert.

[0007] Beide Ausführungen stellen wirksame und strömungstechnisch ausgereifte statische Mischer dar. Sie erfordern jedoch einen relativ hohen Fertigungsaufwand und sind damit teuer.

[0008] Aus der DE 197 41 199 A1 ist ein einfacher aufgebauter, statischer Mischer bekannt, bei dem ein sog. Streckgitter im Rohrquerschnitt eines Strömungskanals angeordnet ist und eine Umströmung der Gitterstreben und Knotenpunkte die Mischung der Fluidströme bewirkende Wirbel und Turbulenzen erzeugt. Für eine verbesserte Vermischung kann ein solches Gitter auch zur Strömungsrichtung geneigt angeordnet werden. Es ist auch vorgesehen, mehrere solcher Gitter hintereinander anzuordnen. Dies kann jedoch strömungstechnisch nachteilig sein, da so unter Umständen ein hoher Druckabfall in der Strömung beim Passieren der Streckgitteranordnung auftreten kann. Damit werden ggf. die Strömungseigenschaften, die insbesondere in der Abgasanlage eines Kraftfahrzeugs genau abgestimmt sein sollen, zu stark gestört.

[0009] Aus der DE 43 13 393 A1 ist eine statische Mischeranordnung bekannt, bei der in quer zur Strömungsrichtung verlaufenden Reihen jeweils mehrere trapezförmige Auslenkelemente angeordnet sind. Die Auslenkelemente sind in jeder Reihe parallel zueinander in die Strömungsrichtung geneigt. Dabei sind jeweils paarweise benachbarte Reihen vorgesehen, deren Auslenkelemente in Längsrichtung zueinander versetzt und entgegengesetzt geneigt sind. Die die Auslenkelemente tragenden Reihen sind jeweils einander berührend Rücken an Rücken zusammengefügt und paarweise in ein Trägergitter eingebaut. Hierbei werden jeweils mehrere Reihen mit Auslenkelementen und Trägergitterelemente zu einem statischen Mischer zusammengefügt. Ähnliche Mischeranordnungen mit quer zur Strömungsrichtung verlaufenden Stegen und daran angeordneten Auslenkelementen sind auch aus der US 5,605,399 bekannt.

[0010] Aus der DE 35 36 315 A1 ist ein sog. Drallkörper bekannt, bei dem aus einem senkrecht zur Strömungsrichtung stehenden Grundblech Leitschaukeln teilweise ausgestanzt und ausgebogen sind, die in Strömungsrichtung wendelförmig absteigen und in die entstandenen Öffnungen einströmenden Abgasen zusätzlich zu ihrer Strömungsrichtung einen Rotationsimpuls (Drall) verleihen. Solche Drallkörper sind jedoch nur eingeschränkt zur Vermischung zweier Gasströme/Fluidströme geeignet. Der unter Umständen gewünschte Zyklon-Effekt zur Abscheidung im Fluidstrom befindlichen Festkörperteilchen bewirkt nur eine vergleichsweise geringe Vermischung des Fluidstroms.

[0011] Eine ähnliche Anordnung ist aus der WO 03/036056 A1 bekannt, bei der gegensinnige orientierte Leitbleche zwei konzentrisch zueinander verlaufende Strömungen mit gegensinnigen Drall erzeugen und so eine Vermischung mehrerer Fluidströme bewirken sollen. Die beiden letztgenannten Ausführungen sind zwar im kostengünstigen Prägestanzverfahren herstellbar. Es gibt jedoch strömungstechnische Einschränkungen, da hier durch - im Verhältnis zu den Leitflächen - relativ gro-

ße quer zur Strömungsrichtung verlaufende Störflächen der Druckabfall zwischen der Anström- und Abströmseite erheblich sein kann.

[0012] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, einen verbesserten statischen Mischer bereitzustellen. Es ist dabei insbesondere wünschenswert, gute Mischeigenschaften, günstige Strömungsverhältnisse und eine konstruktiv bzw. fertigungstechnisch günstige Gestaltung miteinander zu kombinieren.

[0013] Diese Aufgabe erfüllt der Mischer mit den Merkmalen des Anspruchs 1, eine Mischanordnung gemäß Anspruch 8 sowie ein Verfahren zur Herstellung des Mixers gemäß Anspruch 9.

[0014] Der erfindungsgemäße Mischer weist quer zur Strömungsrichtung verlaufende Stege auf, von denen zur Strömungsrichtung geneigte Leitelemente ausgehen. Dabei durchsetzen die Stege den Strömungsquerschnitt ohne einander zu berühren, und die Leitelemente und Stege sind einstückig miteinander verbunden. Ein solcher Mischer erlaubt es, einen einfachen Aufbau mit vergleichsweise günstigen Strömungseigenschaften und einer guten Mischcharakteristik zu kombinieren.

[0015] Dabei wird ein fertigungstechnisch besonders günstiges Press-Präge-Stanz-Bauteil realisiert, das über den Seitenwandbereich zusätzlich stabilisiert wird. Es kann einfach in ein entsprechendes Rohrstück eingeschoben werden, ohne dass es beim Einsetzen verankert.

[0016] So ein Mischer führt die an sich divergierenden Forderungen nach geringem Druckverlust beim Durchströmen des Mixers, einer wirksamen Durchmischung eines Fluidstroms auf einer kurzen Strecke und einer fertigungstechnisch günstigen und damit kostengünstigen Gestaltung zusammen. Dabei sind jeweils mehrere Leitelemente nebeneinander vorgesehen, so dass zum Vermischen mehrere zungenartiger Leitelemente laschen- oder auch löffelförmig an den Stegen vorgesehen werden können, die unabhängig voneinander entlang ihrer jeweiligen Kantlinie zum Steg verformbar sind. So sind unterschiedlich gestaltete Leitelemente mit unterschiedlichen Neigungen 15° bis 45° an unterschiedlichen Orten im Strömungsquerschnitt realisierbar. Der Mischer kann damit auch an ein bestimmtes Strömungseintrittsprofil angepasst werden. Die Mischungseigenschaften sind über den Strömungsquerschnitt variierbar. Durch Parallelzueinander versetzte Kantlinien wird dieser Effekt weiter verbessert.

[0017] Die Merkmale der Ansprüche 2 bis 5 betreffen dabei fertigungstechnisch und funktional vorteilhafte Lösungen.

[0018] Nach Anspruch 2 sind die Leitelemente jeweils entlang einer Kantlinie mit dem Steg gekoppelt. Damit sind die Bereiche Steg und Leitelement funktional voneinander zu trennen; die Stege bilden die Tragstruktur und die Leitelemente die eigentliche Mischstruktur. Sie können aber dennoch gemeinsam aus einem Stück vorgefertigt (z.B. ausgestanzt) werden. Die Bearbeitung ist dabei mit vergleichsweise einfachen Stanz- und Präge-

werkzeugen möglich. Die vorgestanzten Leitelemente können vom Steg entlang der jeweiligen Kantlinie abkantet werden und mit unterschiedlichen Neigungen in den Fluidstrom angestellt werden.

[0019] Durch eine konvexe oder konkave Ausformung der Leitelemente bezüglich der Strömungsrichtung gemäß Anspruch 3 können zusätzlich positive Strömungseffekte erzielt werden, die den Strömungswiderstand herabsetzen und/oder die Mischeigenschaften verbessern.

[0020] Gemäß Anspruch 4 werden die Ausformungen über entsprechend angeordnete Kantlinien vorgesehen. Diese Gestaltung ermöglicht eine wiederholgenaue Fertigung mit vergleichsweise einfachen Werkzeugen.

[0021] Das in Anspruch 5 angegebene Verhältnis zwischen der Stegbreite und der Stegstärke ist im Hinblick auf die besonders kostengünstige Stanz-Präge-Fertigung vorteilhaft und bietet eine hohe Strukturstabilität.

[0022] Durch den gemäß Anspruch 6 die Stege untereinander verbindenden Randbereich ist ein stabiler Mischer darstellbar, der als komplettes, einstückig herstellbares, scheibenförmiges Bauteil in vorgegebene Rohrquerschnitte einsetzbar ist.

[0023] Die Stege und der Randbereich definieren eine in Strömungsrichtung weisende Stirnfläche und an den Leitelementen sind zur Strömungsrichtung geneigte Verwirbelungsflächen vorgesehen. Nach Anspruch 7 bilden dabei Stirnfläche und die Summe der geneigten Verwirbelungsflächen ein Verhältnis von 0,8 bis 0,35 und bevorzugt ein Verhältnis von 0,5 bis 0,4. Dabei decken Stirnfläche und Verwirbelungsflächen einen Bereich von 50 % bis 75 % des durchströmten Strömungsquerschnitts ab.

[0024] Die Mischanordnung gemäß Anspruch 8 kann die Mischqualität deutlich erhöhen, so dass die Mischlänge, das heißt die erforderliche Länge des Rohrabchnitts, in dem sich die Fluidströme vermischen sollen, verkürzt wird. Dazu können die vorgesehenen Mischer unterschiedlich ausgebildet werden. Es ist aber auch möglich, durch eine unterschiedliche Anordnung baugleicher Mischer zueinander das gewünschte Mischungsergebnis zu verbessern. Dazu können die einzelnen Mischer zur Strömungsrichtung geneigt und/oder in Umfangsrichtung zueinander verdreht angeordnet sein.

[0025] Die Verfahren gemäß der Ansprüche 9 und 10 betreffen besonders günstige und kostensparende Fertigungsverfahren für einen erfindungsgemäßen Mischer.

[0026] Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung werden nachfolgend anhand der Zeichnungen erläutert. Dabei zeigt

Figur 1 ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Mixers in einer perspektivischen Ansicht,

Figur 2 den Mischer aus Figur 1 in einer Seitenansicht,

- Figur 3 eine Ansicht in Richtung B des in Figur 1 und 2 dargestellten Mischers,
- Figur 4 ein zweites Ausführungsbeispiel eines erfindungs- gemäßen Mischers in einer perspektivischen Ansicht,
- Figur 5 ein drittes Ausführungsbeispiel eines erfindungs- gemäßen Mischers in einer perspektivischen Ansicht,
- Figur 6 einen anderen Mischer in perspektivischer Ansicht,
- Figur 7 einen anderen Mischer in perspektivischer Ansicht,
- Figur 8 einen anderen Mischer in perspektivischer Ansicht,
- Figur 9 eine Schnittdarstellung einer Mischeranordnung mit zwei zueinander verdrehten Mischern gemäß Figur 7,
- Figur 10 ein Ablaufdiagramm eines erfindungsgemäßen Herstell-ungsverfahrens,
- Figur 11 einen aus dem Stand der Technik bekannten Mischer, und
- Fig. 12 ein siebtes Ausführungsbeispiel eines erfindungs- gemäßen Mischers in perspektivischer Ansicht.

[0027] Ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Mischers 10 ist in den Figuren 1 bis 3 dargestellt. Der Mischer 10 ist in einem Tiefzieh-Stanz-Prägeverfahren hergestellt und hat eine napfartige Gestalt. Der Mischer 10 weist einen Bodenbereich 11 und einen Seitenwandbereich 12 auf. Im Bodenbereich 11 verlaufen nebeneinander, berührungsfrei mehrere Stege 13, an denen laschenartige Leitelemente 14 ausgebildet sind.

[0028] Diese Leitelemente sind in einem Winkel von 15° bis 45° zur Strömungsrichtung B geneigt, die parallel zu der in Figur 2 dargestellten Mittelachse 15 verläuft. Die Leitelemente 14 stehen dabei jeweils wechselweise und in Längsrichtung der Stege 13 zueinander versetzt in unterschiedlichen Richtungen von den Stegen 13 ab. Sie sind entlang der Kantlinien 16 mit den Stegen verbunden. In Längsrichtung der Stege gesehen (Figur 2) sind die Enden der Leitelemente 14 miteinander verschränkt angeordnet. Im dargestellten Ausführungsbeispiel weisen die Leitelemente 14 eine sich zu den freien Enden hin verjüngende trapezförmige Gestalt auf, bei der die Übergangsbereiche zwischen den seitlichen Flanken der Leitelemente 14 und der Endkante abgerundet sind.

[0029] Die Stege 13 selbst sind im Bodenbereich 11 über einen Randbereich 17 miteinander verbunden, der abgerundet in den als Rohrabschnitt ausgebildeten Seitenwandbereich 12 übergeht.

5 **[0030]** Der Mischer 10 wird vorzugsweise in Richtung B (Figur 2) von dem oder dem Fluidstrom oder mehreren Fluidströmen, die miteinander vermischt werden sollen, durchströmt. Dabei steht die in Strömungsrichtung B weisende Stirnfläche 18, die sich aus den entsprechenden Flächenanteilen des Randbereichs 17, der Stege 13 sowie der Ansatzstücke 13a zusammensetzt, in einem Verhältnis zu den ebenfalls in Strömungsrichtung weisenden Verwirbelungsflächen 19 an den Leitelementen 14 von 0,8 bis 0,35 und bevorzugt in einem Verhältnis von 0,5 bis 0,4. Als Verwirbelungsfläche gelten dabei die in die Bodenebene projizierten Flächen der Leitelemente 14.

[0031] Stegbreite b und die Stegstärke S bzw. die Materialstärke des Mischers stehen in einem Verhältnis von 2 : 1 bis 1 : 1. Bei diesen Größenverhältnissen lassen sich die Leitelemente 14 sauber entlang der Kantlinien 16 von den Stegen 13 abkanten, ohne dass diese aus ihrer ebenen Anordnung herausgebogen werden.

[0032] Beim Mischer 10 sind die Kantlinien 16 und die entsprechenden Stegabschnitte parallel zueinander und quer zum Stegverlauf versetzt. Auf diese Weise wird bei den abgekanteten Leitelementen 14 das gewünschte Verschränkungsmaß erreicht, was die Verwirbelung der durchtretenden Strömung verbessert.

[0033] Es gibt auch Ausführungen, bei denen die Kantlinien 16 nicht parallel, sondern angewinkelt zueinander verlaufen.

[0034] Der Mischer 10 wird vorzugsweise aus einem tiefziehbaren Blechmaterial hergestellt. Beim Einsatz in einer Fahrzeugabgasanlage sind dazu insbesondere austenitische Stahlwerkstoffe, z.B. in Qualitäten wie 1.4301 o.ä., in Ausgangswandstärken von 0,75 bis 3 mm geeignet. Der Durchmesser des dargestellten Mischers beträgt typischerweise 50 bis 75 mm.

[0035] Figur 4 und 5 zeigen Varianten 20 und 30 des in den Figuren 1 bis 3 dargestellten Mischers 10.

[0036] Der Mischer 20 gemäß Figur 4 weist leicht modifizierte Leitelemente 24 auf, die so gewölbt sind, dass die konkave Seite mit der Verwirbelungsfläche 29 in Strömungsrichtung weist und die Wölbung um eine quer zu den Kantlinien 16 vom Ansatzbereich der Leitelemente 24 bis zu deren Ende verlaufenden Biegelinie 25 verläuft.

[0037] Der in Figur 5 dargestellte Mischer 30 weist ebenfalls gewölbte Leitelemente 34 auf, bei denen die Wölbung um die Biegelinie 25 erfolgt. Sie ist jedoch in die andere Richtung ausgeführt, so dass hier die konvexe Seite mit der Verwirbelungsfläche 39 in Strömungsrichtung weist. Neben der in Figur 4 und 5 dargestellten eindimensionalen Wölbung der Leitelemente 24 und 34 kann auch eine zweidimensionale Wölbung bzw. Krümmung der Leitelemente vorgesehen werden, bei denen diese dann mehr oder weniger löffelförmig ausgebildet sind.

[0038] Bei anderen nicht dargestellten Ausführungen

können sowohl die Form und Größe, als auch die Neigung, sowie die Wölbung einzelner Leitelemente 14, 24 oder 34 individuell unterschiedlich ausgebildet sein. Dadurch können die Mischeigenschaften auf ein stationäres Einströmungsprofil individuell abgestimmt und optimiert werden.

[0039] Fig. 12 zeigt einen Mischer 70, dessen Bodenbereich 71 zweigeteilt ist. Der Randbodenbereich 71a umfasst einen Kranz mit äußeren Leitelementen 74a. Diese sind in Umfangsrichtung ausgerichtet und so entlang radial verlaufender Kantlinien 76a ausgestellt, dass sie beim Durchströmen dem äußeren Randbereich der Strömung einen Drallimpuls geben. Der zentrale Bodenbereich 71b weist quer verlaufende Stege 73 auf, an denen die Leitelemente 74b ähnlich ausgebildet und angeordnet sind, wie die im Zusammenhang mit den Fig. 1, 3 und 4 beschriebenen Leitelementen 14, 24 und 34.

[0040] In einer weiteren nicht dargestellten Ausführungsform können die äußeren Leitelemente 74a auch jeweils paarweise von einer gemeinsamen Kantlinie 76 ausgehend gegeneinander ausgestellt werden, so dass im Randbodenbereich 71a dann keine Drallwirkung entsteht.

[0041] In weiteren nicht dargestellten Ausführungen kann der zentrale Bodenbereich 71b auch so ausgebildet sein, wie er in Verbindung mit den Ausführungsformen entsprechend der Fig. 6, 7 und 8 nachfolgend beschrieben wird.

[0042] Figur 6 zeigt eine 11 Mischer 40, bei dem die Leitelemente 44 lamellenartig entlang der Gesamtlänge der Stege 43 ausgebildet sind. Auch diese Leitelemente 44 sind gewölbt und zwar entlang einer Biegelinie 45, die parallel zur Kantlinie 46 verläuft. Dabei sind die Enden der Leitelemente 44, die von benachbarten Stegen 43 ausgehen, einander zugewandt.

[0043] Figur 7 zeigt einen ähnlichen Mischer 50, bei dem die Leitelemente 54 jedoch ohne zusätzliche Wölbung als grade Laschen entlang der Kantlinien 56 angeordnet sind, die entlang der Stege 53 verlaufen.

[0044] Beim in Figur 8 dargestellten Mischer 60 ist an jedem Steg 63 nur ein einziges lamellenartiges Leitelement 64 vorgesehen. Die Leitelemente 64 sind hier alle gleichsinnig orientiert und entlang der Kantlinien 66 aus der Bodenbereichsebene ausgestellt.

[0045] Figur 9 zeigt eine Mischeranordnung 100, bei der zwei Mischer 50 in einem Rohrabschnitt 101 angeordnet sind. Die beiden Mischer 50 sind hier 90 Grad zueinander verdreht eingesetzt und hintereinander entlang der Strömungsachse 15 angeordnet. Der Abstand der Mischer 50 zueinander kann dabei so gewählt werden, dass ein optimales Mischungsergebnis eintritt. Der Seitenwandbereich 52 ermöglicht das saubere Einschieben der Mischer 50 in den Rohrabschnitt 101, ohne dass die durch die Bodenbereiche 51 definierten Querschnittsebenen (Mischebenen) verkanten.

[0046] In anderen nicht dargestellten Mischeranordnungen können auch unterschiedliche Mischer miteinander kombiniert werden. Es ist auch möglich, neben der

zueinander verdrehten Anordnung die Mischer 10, 20, 30, 40, 50, 60 mit in unterschiedlich geneigten Ebenen verlaufenden Bodenbereichen - also schräg - in einen Rohrabschnitt 101 anzuordnen.

[0047] Es gibt auch weiterhin Ausführungen, bei denen die Mischer ohne Seitenwandbereich ausgebildet sind. Solche Mischer sind dann mehr oder weniger scheibenförmig gestaltet, bei denen nur der Randbereich die Stege untereinander verbindet. So ein scheibenförmiger Mischer kann dann beispielsweise auch auf ein Rohrende aufgesetzt werden oder zwischen zwei Rohrenden eingefügt werden. Es ist auch möglich, so einen scheibenförmigen Mischer in einen entsprechenden Aufnahmeschlitz eines Rohrabschnitts einzusetzen.

[0048] Figur 10 zeigt den Ablauf eines Verfahrens zur Herstellung des Mixers 10. Dazu wird zunächst ein geeignetes Halbzeug bereitgestellt, welches im vorliegenden Fall ein flaches Blechmaterial ist, welches als einzelnes Blechstück oder als Endlosblechstreifen (Coilmaterial) bereitgestellt wird. Anschließend wird die Außenkontur ausgeschnitten. Dies kann je nach verwendetem Material mechanisch, thermisch bzw. abrasiv geschehen. Geeignete Arbeitsprozesse sind beispielsweise Stanzen, Plasma-Schneiden oder Wasserstrahl-Schneiden.

[0049] Die Napfform wird in einem Zieh- oder Tiefziehprozess hergestellt, bei dem unter Verwendung einer Matrize und einer Patrize das Halbzeug plastisch so verformt wird, dass es nach dem Formvorgang der gewünschten Endgestalt nahe kommt. In einem zweiten Nachformvorgang wird die Geometrie weiter angenähert. Zum Beispiel werden die Übergangsradien zwischen dem Seitenwandbereich 12 und dem Bodenbereich 11 im Randbereich 17 verringert.

[0050] Als nächstes werden die Konturen der Stege 13 und der Leitelemente 14 definiert. Durch einen zweistufigen Lochvorgang wird sichergestellt, dass keine unerwünschten plastischen Verformungen der Stege 13 bzw. der Leitelemente 14 erfolgen. Das zweistufige Lochen hat weiter den Vorteil, dass die Werkzeuggeometrien für ggf. erforderliche Stanzwerkzeuge vereinfacht werden und die relativ komplexe Steg-Leitelementkontur sauber und wiederholgenau herstellbar ist.

[0051] Im letzten, die eigentliche Mischergeometrie bestimmenden Arbeitsschritt werden die Leitelemente 14 entlang der Kantlinien angekippt und relativ zu den Stegen 13 verformt.

[0052] Zusätzlich können in einer ggf. erforderlichen Endbearbeitung die einzelnen Mischer 10 von einem zur Bearbeitung erforderlichen Führungstreifen abgetrennt werden. Ggf. können auch noch Arbeiten zum Entgraten oder Kalibrieren der fertigen Teile erfolgen. In einer abschließenden Oberflächenbehandlung kann beispielsweise ein Korrosionsschutz aufgebracht werden.

[0053] Die einzelnen Arbeitsschritte können ggf. um weitere Schritte ergänzt werden, zum Beispiel in dem Fall, in dem die Leitelemente wie in den Figuren 4, 5 und 6 dargestellt zusätzlich verformt werden. Es gibt auch

Fälle, in denen Arbeitsschritte wegfallen, beispielsweise wenn der Mischer scheibenförmig, das heißt ohne den Seitenwandbereich 12 ausgeführt werden. In diesem Fall fallen die Schritte "Ziehen" und "Nachformen" weg. Bei einfachen Geometrien der Leitelemente (vgl. Fig. 6, 7, 8) kann das Lochen auch einstufig bzw. gemeinsam mit dem "Ankippen" ausgeführt werden.

[0054] Weitere Abwandlungen und Variationen der vorliegenden Erfindung ergeben sich für den Fachmann im Rahmen der nachfolgenden Ansprüche.

Patentansprüche

1. Statischer Mischer (10; 20; 30; 40; 50; 60; 70) zum Vermischen wenigstens eines Fluidstromes über einen Strömungsquerschnitt in einem Rohrabchnitt (101), mit quer zur Strömungsrichtung verlaufenden Stegen (13; 43; 53; 63; 73) und von diesen Stegen ausgehenden zur Strömungsrichtung geneigten Leitelementen (14; 24; 34; 44; 54; 64; 74b), wobei der Mischer (10; 20; 30; 40; 50; 60; 70) einstückig, napfförmig mit einem Bodenbereich (11) und einem in Strömungsrichtung verlaufenden Seitenwandbereich (12) ausgebildet ist, wobei die Stege (13; 43; 53; 63; 73), der Randbereich (17) und die Leitelemente (14; 24; 34; 44; 54; 64; 74a; 74b) einstückig aus dem Bodenbereich (11) ausgebildet sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** jeweils mehrere Leitelemente (14; 24; 34; 44; 54) entlang unterschiedlicher Kantlinien (16; 46; 56) mit einem Steg (13; 43; 53; 73) verbunden sind und die Kantlinien (16) abschnittsweise parallel versetzt zueinander verlaufen.
2. Mischer (10; 20; 30; 40; 50; 60; 70) nach Anspruch 1, bei welchem die Leitelemente (14; 24; 34; 44; 54; 64; 74b) jeweils entlang einer Kantlinie (16; 46; 56; 66) mit einem Steg (13; 43; 53; 63; 73) verbunden sind.
3. Mischer (20; 30; 40; 70) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei welchem die Leitelemente (24; 34; 44; 74b), bezüglich der Strömungsrichtung (B) eine konvexe und/oder konkave Ausformung aufweisen.
4. Mischer (20; 30; 40; 70) nach Anspruch 3, bei welchem die Ausformung entlang wenigstens einer weiteren Kantlinie (25; 45) am Leitelement gebildet ist.
5. Mischer (10; 20; 30; 40; 50; 60; 70) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei welchem die Stegbreite (b) in der Scheibenebene und die Stegstärke (S) senkrecht zur Scheibenebene in einem Verhältnis von 2:1 bis 1:1 stehen.

6. Mischer (10; 20; 30; 40; 50; 60; 70) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, bei welchem die Stege (13; 23; 33; 43; 53; 63; 73) an ihren Enden einstückig mit einem die Stege untereinander verbindenden Randbereich (17) ausgebildet sind.
7. Mischer (10; 20; 30; 40; 50; 60; 70) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, bei welchem die Stege (13; 43; 53; 63; 73) und der Randbereich (17) eine in Strömungsrichtung weisende Stirnfläche (18) und die Leitelemente (14; 24; 34; 44; 54; 64; 74a; 74b) eine zur Strömungsrichtung (B) geneigte Verwirbelungsfläche (19; 29; 39) definieren, wobei die Stirnfläche (18) zur Verwirbelungsfläche (19; 29; 39) in einem Verhältnis von 0,8 bis 0,35 und bevorzugt in einem Verhältnis von 0,5 bis 0,4 stehen und Stirn- und Verwirbelungsfläche (18, 19; 29; 39) gemeinsam 50 % bis 75 % des Strömungsquerschnitts abdecken.
8. Mischanordnung (100) mit wenigstens zwei Mischern (10; 20; 30; 40; 50; 60; 70) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, welche in Strömungsrichtung hintereinander in einem Rohrabchnitt (101) angeordnet sind, wobei die Mischer jeweils unterschiedlich ausgebildet und/oder verschieden zueinander ausgerichtet sind.
9. Verfahren zur Herstellung eines Mixers (10; 20; 30; 40; 50; 60; 70) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, umfassend:
 - Bereitstellen eines Blechwerkstoffs
 - Ausstanzen einer die Mischergestalt definierenden Außenkontur
 - Ausformen eines Seitenwandbereichs in einem Tiefziehverfahren zum Ausbilden einer Napfform
 - erstes Ausstanzen einer Stege und Leitelemente definierenden Innenkontur
 - Ausformen der Leitelemente entlang der Stege verlaufenden Kantlinien
10. Verfahren nach Anspruch 9 zusätzlich aufweisend:
 - konvexes und/oder konkaves Ausformen der Leitelemente
 - zur Strömungsrichtung entlang wenigstens einer Biegelinie (25; 45).

Claims

1. A static mixer (10; 20; 30; 40; 50; 60; 70) for mixing at least one fluid flow by way of a flow cross-section in a tube section (101), with webs (13; 43; 53; 63; 73) extending transversely to the flow direction, and guide elements (14; 24; 34; 44; 54; 64; 74b) starting

from these webs and inclined with respect to the flow direction,

wherein the mixer (10; 20; 30; 40; 50; 60; 70) is formed in one piece and in the form of a bowl with a base region (11) and a lateral wall region (12) extending in the flow direction, wherein the webs (13; 43; 53; 63; 73), the edge region (17) and the guide elements (14; 24; 34; 44; 54; 64; 74a; 74b) are formed in one piece from the base region (11), **characterized in that** a plurality of guide elements (14; 24; 34; 44; 54) are connected in each case to a web (13; 43; 53; 63; 73) along different edge lines (16; 46; 56) and the edge lines (16) extend offset parallel to one another locally.

2. A mixer (10; 20; 30; 40; 50; 60; 70) according to claim 1, in which the guide elements (14; 24; 34; 44; 54; 64; 74b) are connected in each case to a web (13; 43; 53; 63; 73) along an edge line (16; 46; 56; 66).
3. A mixer (20; 30; 40; 70) according to one of the preceding claims, in which the guide elements (24; 34; 44; 74b) have a convex and/or concave shaping with respect to the flow direction (B).
4. A mixer (20; 30; 40; 70) according to claim 3, in which the shaping is formed along at least one further edge line (25; 45).
5. A mixer (10; 20; 30; 40; 50; 60; 70) according to any one of claims 1 to 4, in which the web width (b) in the plane of the disc and the thickness (S) of the web at a right angle to the plane of the disc are in a ratio of from 2 : 1 to 1 : 1.
6. A mixer (10; 20; 30; 40; 50; 60; 70) according to any one of claims 1 to 5, in which the webs (13; 23; 33; 43; 53; 63; 73) are formed in one piece at their ends with an edge region (17) connecting the webs to one another.
7. A mixer (10; 20; 30; 40; 50; 60; 70) according to any one of claims 1 to 6, in which the webs (13; 43; 53; 63; 73) and the edge region (17) define an end face (18) facing in the flow direction and the guide elements (14; 24; 34; 44; 54; 64; 74a; 74b) define a swirling face (19; 29; 39) inclined with respect to the flow direction (B), wherein the end face (18) is at a ratio of from 0.8 to 0.35 and preferably at a ratio of from 0.5 to 0.4 with respect to the swirling face (19; 29; 39), and the end face and the swirling face (18; 19; 29; 39) together cover from 50 % to 75 % of the flow cross-section.
8. A mixing arrangement (100) with at least two mixers (10; 20; 30; 40; 50; 60; 70) according to any one of the preceding claims, which are arranged one behind the other in the flow direction in a tube section (101),

wherein the mixers are designed differently and/or are orientated differently from each other in each case.

9. A method of producing a mixer (10; 20; 30; 40; 50; 60; 70) according to any one of claims 1 to 8, comprising
 - preparing a metal sheet material
 - stamping out an external contour defining the shape of the mixer,
 - shaping a lateral wall region in a deep-drawing process in order to form a bowl shape,
 - first stamping out an internal contour defining webs and guide elements,
 - shaping the guiding elements [with] edge lines extending along the webs.
10. A method according to claim 9 additionally having:
 - a convex and/or concave shaping of the guide elements with respect to the flow direction along at least one bending line (25; 45).

Revendications

1. Mélangeur statique (10 ; 20 ; 30 ; 40 ; 50 ; 60 ; 70) pour le mélange d'au moins un flux de fluide sur une section d'écoulement dans une section tubulaire (101), comprenant
 - ✓ des traverses (13 ; 43 ; 53 ; 63 ; 73) s'étendant transversalement au sens d'écoulement et
 - ✓ des éléments conducteurs (14 ; 24 ; 34 ; 44 ; 54 ; 64 ; 74b) inclinés en partant de ces traverses vers le sens d'écoulement,
 sachant que le mélangeur (10 ; 20 ; 30 ; 40 ; 50 ; 60 ; 70) est réalisé d'un seul tenant, en forme de cuvette avec une zone de fond (11) et une zone de paroi latérale (12) s'étendant dans le sens d'écoulement, sachant que les traverses (13 ; 43 ; 53 ; 63 ; 73), la zone de bord (17) et les éléments conducteurs (14 ; 24 ; 34 ; 44 ; 54 ; 64 ; 74a ; 74b) sont réalisés d'un seul tenant à partir de la zone de fond (11), **caractérisé en ce que** respectivement plusieurs éléments conducteurs (14 ; 24 ; 34 ; 44 ; 54) sont reliés le long de différentes lignes d'arête (16 ; 46 ; 56) à une traverse (13 ; 43 ; 53 ; 73) et les lignes d'arêtes (16) s'étendent par sections en déport parallèle les unes aux autres.
2. Mélangeur (10 ; 20 ; 30 ; 40 ; 50 ; 60 ; 70) selon la revendication 1, pour lequel les éléments conducteurs (14 ; 24 ; 34 ; 44 ; 54 ; 64 ; 74b) sont reliés respectivement le long d'une ligne d'arête (16 ; 46 ; 56 ; 66) à une traverse (13 ; 43 ; 53 ; 63 ; 73).

3. Mélangeur (20 ; 30 ; 40 ; 70) selon l'une quelconque des revendications précédentes, pour lequel les éléments conducteurs (24 ; 34 ; 44 ; 74b) présentent une déformation convexe et/ou concave par rapport au sens d'écoulement (B). 5
4. Mélangeur (20 ; 30 ; 40 ; 70) selon la revendication 3, pour lequel la déformation est formée le long d'au moins une autre ligne d'arête (25 ; 45) sur l'élément conducteur. 10
5. Mélangeur (10 ; 20 ; 30 ; 40 ; 50 ; 60 ; 70) selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, pour lequel la largeur de traverse (b) dans le plan en disque et l'épaisseur de traverse (S) perpendiculairement au plan en disque présentent un rapport de 2:1 à 1:1. 15
6. Mélangeur (10 ; 20 ; 30 ; 40 ; 50 ; 60 ; 70) selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, pour lequel les traverses (13 ; 23 ; 33 ; 43 ; 53 ; 63 ; 73) sont réalisées sur leurs extrémités d'un seul tenant avec une zone de bord (17) reliant entre elles les traverses. 20
7. Mélangeur (10 ; 20 ; 30 ; 40 ; 50 ; 60 ; 70) selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, pour lequel les traverses (13 ; 43 ; 53 ; 63 ; 73) et la zone de bord (17) définissent une surface avant (18) tournée dans le sens d'écoulement et les éléments conducteurs (14 ; 24 ; 34 ; 44 ; 54 ; 64 ; 74a ; 74b) définissent une surface de tourbillonnement (19 ; 29 ; 39) inclinée vers le sens d'écoulement (B), sachant que la surface avant (18) et la surface de tourbillonnement (19 ; 29 ; 39) présentent un rapport compris entre 0,8 et 0,35 et de préférence 0,5 et 0,4 et la surface avant et la surface de tourbillonnement (18, 19 ; 29 ; 39) recouvrent ensemble 50 à 75 % de la section d'écoulement. 25
30
35
8. Dispositif de mélange (100) présentant au moins deux mélangeurs (10 ; 20 ; 30 ; 40 ; 50 ; 60 ; 70) selon l'une quelconque des revendications précédentes, disposés l'un derrière l'autre dans le sens d'écoulement dans une section tubulaire (101), sachant que les mélangeurs sont réalisés chacun différemment et/ou sont orientés différemment l'un par rapport à l'autre. 40
45
9. Procédé de fabrication d'un mélangeur (10 ; 20 ; 30 ; 40 ; 50 ; 60 ; 70) selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, comprenant : 50
- la mise à disposition d'un matériau de tôle
 - le découpage d'un contour extérieur définissant la forme du mélangeur 55
 - la déformation d'une zone de paroi latérale dans un procédé d'emboutissage profond pour la réalisation d'une forme de cuvette
10. Procédé selon la revendication 9 comprenant en outre :
- la déformation convexe et/ou concave des éléments conducteurs par rapport au sens d'écoulement le long d'au moins une ligne de flexion (25 ; 45).

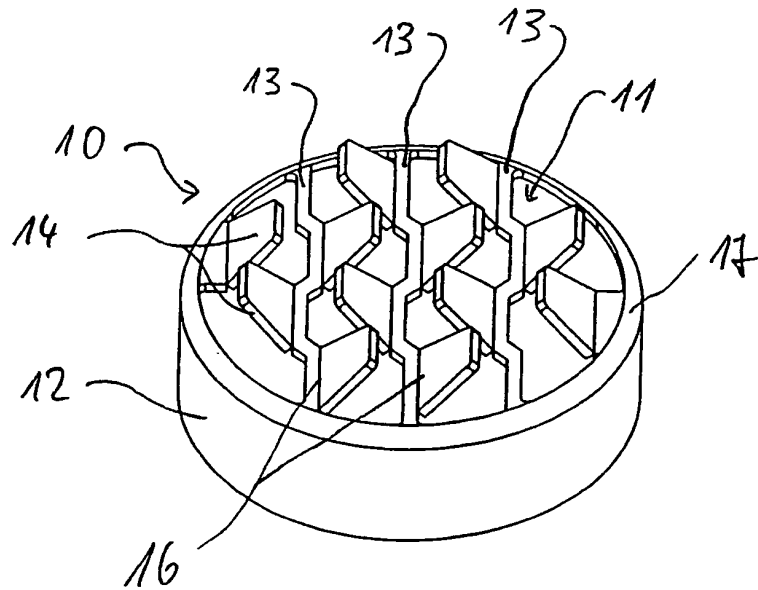


Fig. 1

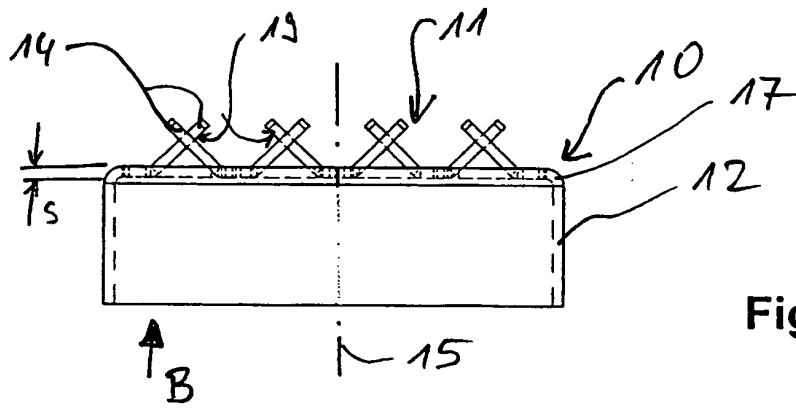


Fig. 2

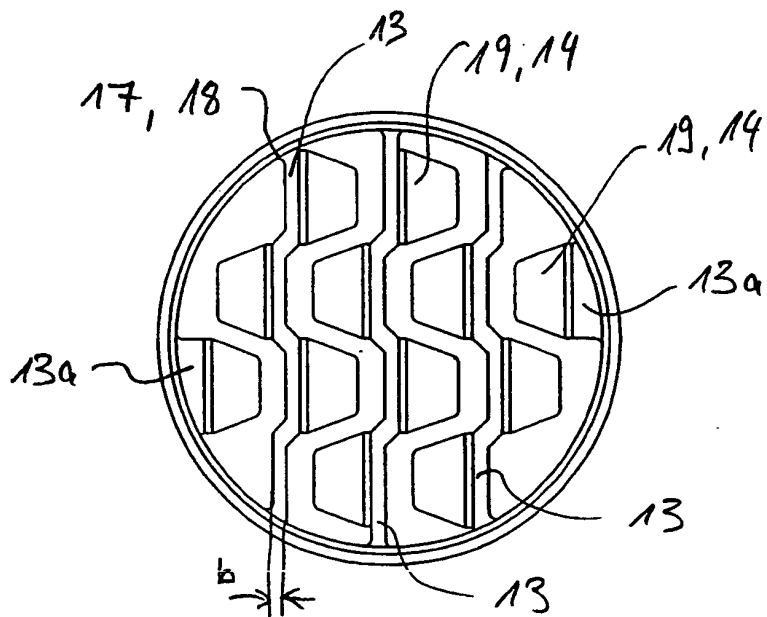


Fig. 3

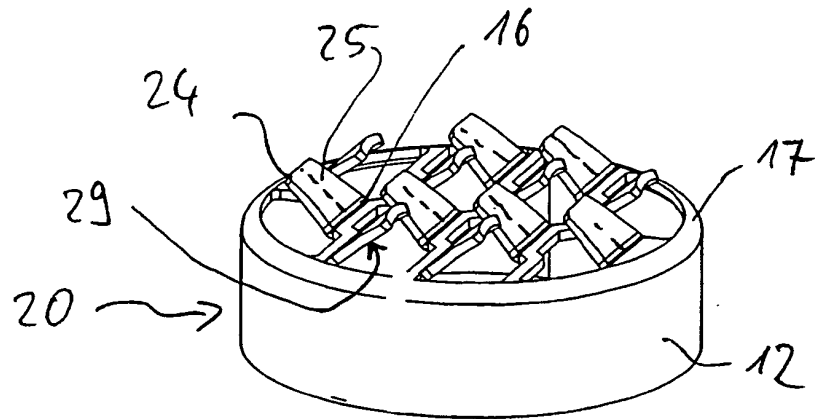


Fig. 4

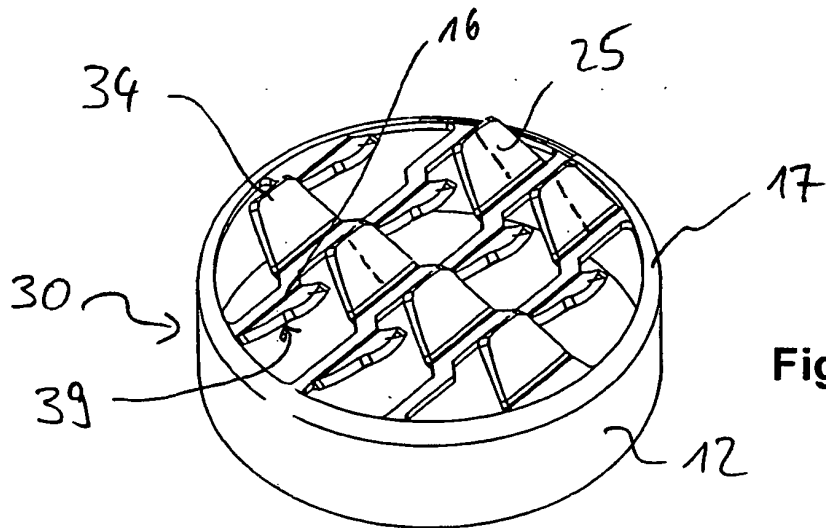


Fig. 5

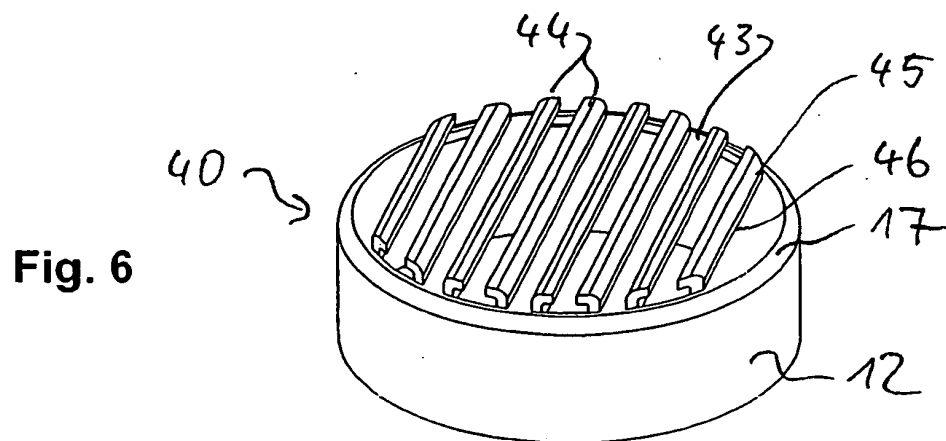
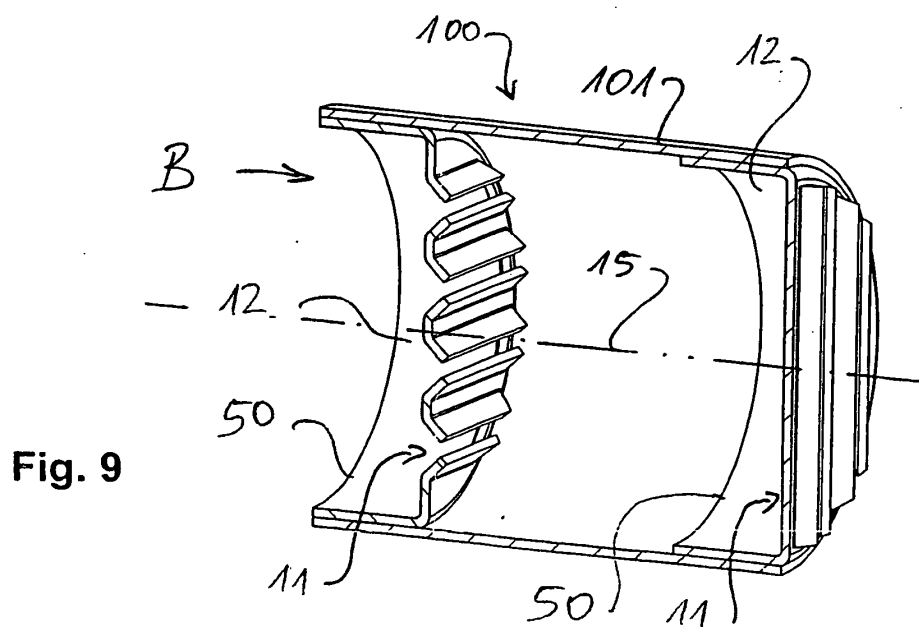
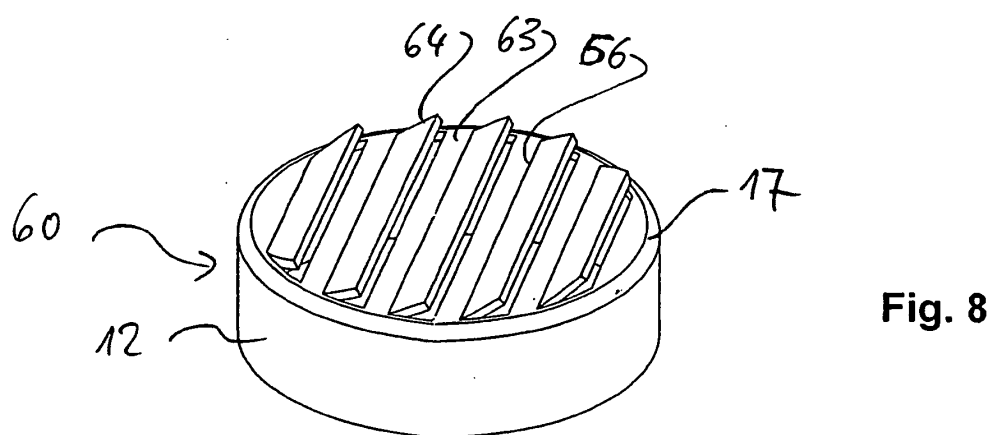
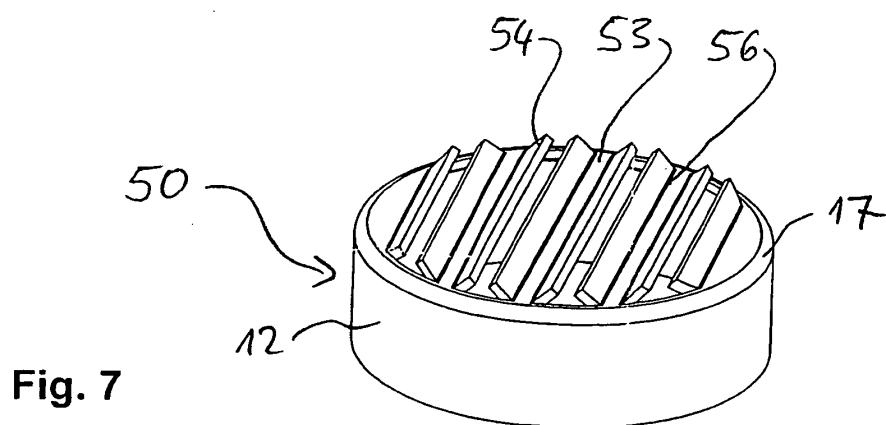


Fig. 6



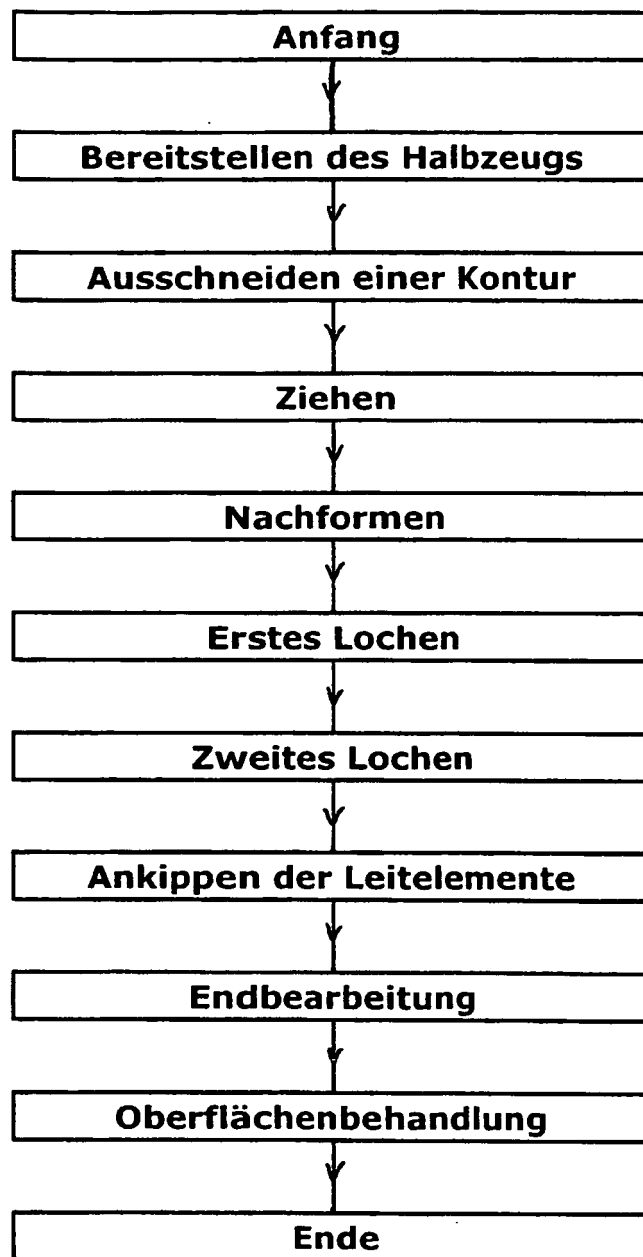


Fig. 10

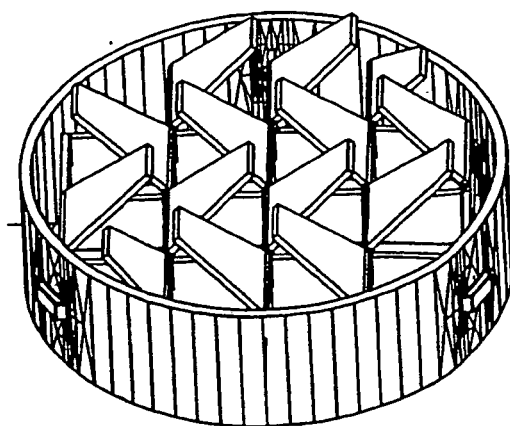


Fig. 11 (Stand der Technik)

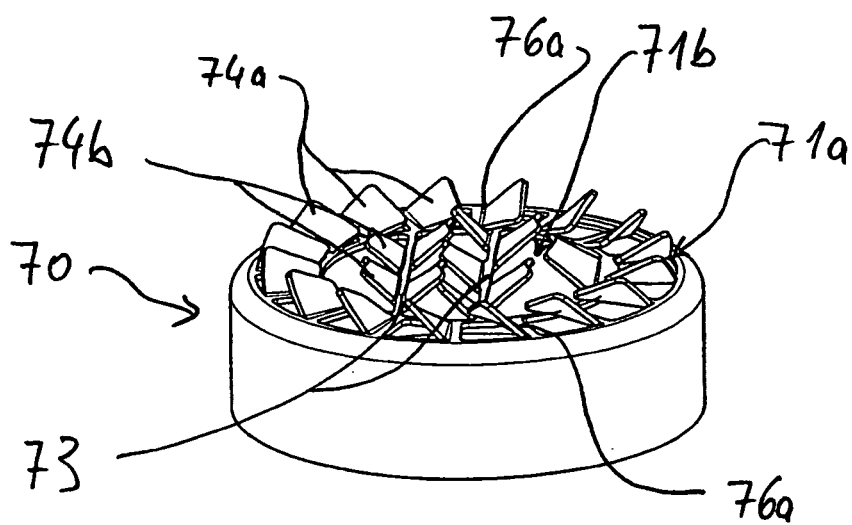


Fig. 12

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 102006024778 B3 [0005]
- DE 19741199 A1 [0008]
- DE 4313393 A1 [0009]
- US 5605399 A [0009]
- DE 3536315 A1 [0010]
- WO 03036056 A1 [0011]