

(19)



(11)

EP 2 974 787 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
20.01.2016 Patentblatt 2016/03

(51) Int Cl.:
B01F 5/04 (2006.01) **B01F 3/02** (2006.01)
B01F 5/06 (2006.01) **F01N 3/20** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **15172656.9**

(22) Anmeldetag: **18.06.2015**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL 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 RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
MA

(72) Erfinder:
• **Resch, Andreas**
71034 Böblingen (DE)
• **Calvo, Silvia**
73730 Esslingen (DE)

(74) Vertreter: **RLTG**
Ruttensperger Lachnit Trossin Gomoll
Patent- und Rechtsanwälte
Postfach 20 16 55
80016 München (DE)

(30) Priorität: **15.07.2014 DE 102014213746**

(71) Anmelder: **Eberspächer Exhaust Technology GmbH & Co. KG**
66539 Neunkirchen (DE)

(54) STATISCHER MISCHER

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft einen statischen Mischer (12) für eine Abgasanlage (7) zum Vermischen eines Reduktionsmittels mit einer Abgasströmung (8), mit mehreren Leitschaufeln (14) zur Umlenkung der Abgasströmung (8).

Ein reduzierter Strömungswiderstand ergibt sich, wenn wenigstens eine der Leitschaufeln (14) eine von der Abgasströmung (8) durchströmbare Perforation (25) aufweist.

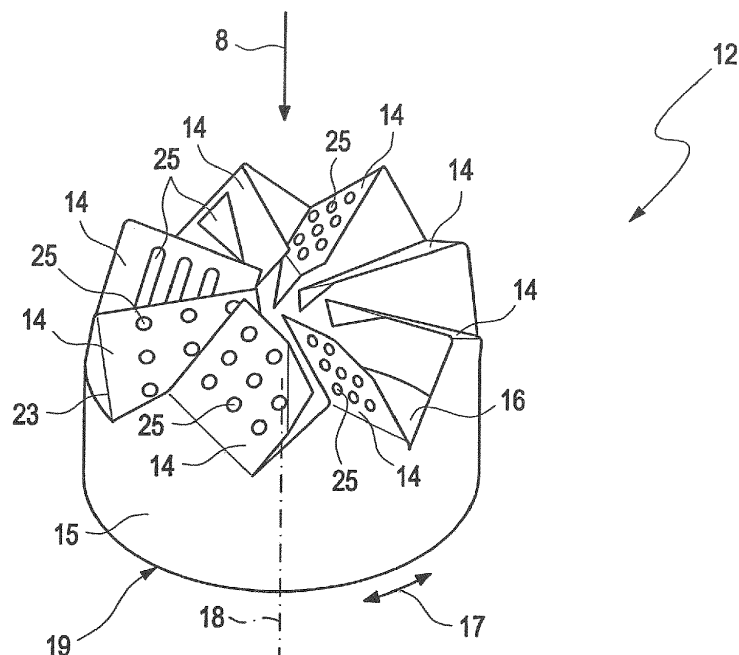


Fig. 2

EP 2 974 787 A2

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen statischen Mischer für eine Abgasanlage zum Vermischen eines Reduktionsmittels mit einer Abgasströmung, mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1. Die Erfindung betrifft außerdem eine mit einem derartigen Mischer ausgestattete Abgasanlage.

[0002] Bei Abgasanlagen von Brennkraftmaschinen besteht bei bestimmten Anwendung das Bedürfnis, ein Reduktionsmittel in die Abgasströmung einzubringen. Beispielsweise kann stromauf eines Oxidationskatalysators ein Kraftstoff in die Abgasströmung eingebracht werden, um durch eine Umsetzung des Kraftstoffs im Oxidationskatalysator die Wärme der Abgasströmung zu erhöhen, beispielsweise um einen stromab angeordneten Partikelfilter auf dessen Regenerationstemperatur aufzuheizen. Ebenso ist es bei SCR-Systemen üblich, eine wässrige Harnstofflösung stromauf eines SCR-Katalysators in die Abgasströmung einzubringen, wobei SCR für Selektiv Catalytic Reduction steht. Durch Thermolyse und Hydrolyse kann die wässrige Harnstofflösung in Ammoniak und Kohlendioxyd umgewandelt werden, was im SCR-Katalysator eine Umsetzung von Stickoxiden in Stickstoff und Wasser ermöglicht.

[0003] Um die jeweilige Reaktion, die mit dem eingebrachten Reduktionsmittel bewirkt werden soll, zu optimieren, ist es von erhöhter Bedeutung, das eingebrachte Reduktionsmittel möglichst homogen mit der Abgasströmung zu vermischen. Häufig wird das Reduktionsmittel in flüssiger Form in die Abgasströmung eingebracht, so dass es außerdem erforderlich ist, das Reduktionsmittel möglichst vollständig zu verdampfen. Zu diesem Zweck kommt ein eingangs genannter statischer Mischer zum Einsatz, der bei seiner Durchströmung eine intensive Durchmischung von Abgas und Reduktionsmittel bewirkt.

[0004] Aus der EP 1 985 356 A2 ist ein statischer Mischer bekannt, der mehrere Leitschaufeln zur Umlenkung der Abgasströmung aufweist. Zu diesem Zweck ragen die Leitschaufeln in die Abgasströmung hinein und sind gegenüber der Abgasströmung angestellt, um die jeweilige Umlenkung der Abgasströmung bewirken zu können. Hierdurch bilden die Leitschaufeln gleichzeitig Auftreffflächen für das in flüssiger Form eingebrachte Reduktionsmittel. Durch die Beaufschlagung der Leitschaufeln mit der Abgasströmung besitzen diese eine relativ hohe Temperatur, so dass die Leitschaufeln gleichzeitig als Verdampfungsflächen für darauf niedergeschlagenes Reduktionsmittel dienen.

[0005] Eine möglichst große Aufprallfläche einerseits und eine möglichst intensive Strömungsumlenkung andererseits haben jeweils einen erhöhten Durchströmungswiderstand des Mixers zur Folge. Der Durchströmungswiderstand des Mixers bewirkt einen Druckanstieg in der Abgasanlage stromauf des Mixers, was die Leistungsfähigkeit einer mit der Abgasanlage ausgestatteten Brennkraftmaschine reduziert

bzw. deren Kraftstoffverbrauch erhöht.

[0006] Die vorliegende Erfindung beschäftigt sich mit dem Problem, für einen statischen Mischer der vorstehend genannten Art bzw. für eine damit ausgestattete Abgasanlage eine verbesserte Ausführungsform anzugeben, die sich insbesondere durch einen vergleichsweise geringen Durchströmungswiderstand auszeichnet, während gleichzeitig eine hinreichende Durchmischung und insbesondere eine hinreichende Verdampfung realisiert werden können.

[0007] Dieses Problem wird erfindungsgemäß durch den Gegenstand des unabhängigen Anspruchs gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0008] Die Erfindung beruht auf dem allgemeinen Gedanken, zumindest eine der Leitschaufeln, vorzugsweise sämtliche Leitschaufeln, jeweils mit einer Perforation auszustatten, die vom Abgas, also von einem Teil der Abgasströmung durchströmbar ist. Es hat sich gezeigt, dass eine derartige Perforation den Durchströmungswiderstand des Mixers signifikant reduzieren kann, wobei gleichzeitig durch die Perforation hinreichend Turbulenz erzeugt wird, um die gewünschte intensive Durchmischung zu bewirken.

[0009] Als Perforation wird im vorliegenden Zusammenhang jegliche Unterbrechung einer im Übrigen geschlossenen bzw. für Abgas undurchlässigen Struktur der Leitschaufel verstanden. Somit handelt es sich insbesondere bei Öffnungen, Durchbrüchen, Austellungen und dergleichen jeweils um eine Perforation.

[0010] Die Perforation der jeweiligen Leitschaufel kann dabei mehrere Durchtrittsöffnungen aufweisen, die gemäß einer bevorzugten Ausführungsform jeweils innerhalb einer randseitigen Außenkontur der jeweiligen Leitschaufel angeordnet sind. Somit besitzt die jeweilige Leitschaufel eine Außenkontur, die nicht von den Durchtrittsöffnungen beeinträchtigt ist. Auf diese Weise wird die Strömungsleitfunktion der jeweiligen Leitschaufeln durch die Perforation nur vergleichsweise gering beeinträchtigt.

[0011] Entsprechend einer vorteilhaften Weiterbildung können die Durchtrittsöffnungen einen runden oder einen eckigen Querschnitt aufweisen. Ebenso können die Durchtrittsöffnungen einen punktförmigen oder aber einen länglichen Querschnitt aufweisen. Durchtrittsöffnungen mit länglichem Querschnitt können geradlinig oder einfach gekrümmt oder mehrfach gekrümmt sein.

[0012] Bei einer anderen vorteilhaften Weiterbildung können die Durchtrittsöffnungen jeweils einen länglichen Querschnitt aufweisen und parallel zueinander und entlang einer von einem Schauffelfuß zu einer Schauffelspitze der jeweiligen Leitschaufel gemessenen Schauffellänge nebeneinander angeordnet sein. Bei einer derartigen Ausführungsform kann sich ein geringer Durchströmungswiderstand für die jeweilige Leitschaufel zeigen bei hinreichender oder verbesserter Durchmischungswirkung.

[0013] Gemäß einer Weiterbildung können die Durch-

trittsöffnungen mit ihren länglichen Querschnitten geneigt zur Schaufellänge und geneigt zu einer von einer Anströmkante zu einer Abströmkante der jeweiligen Leitschaufel gemessenen Schaufelbreite angeordnet sein. Durch diese Maßnahme lässt sich außerdem die Durchmischungswirkung beeinflussen und optimieren.

[0014] Gemäß einer anderen Ausführungsform kann die Perforation zumindest eine oder mehrere Durchtrittsöffnungen aufweisen, die an einer Abströmkante oder an einer Anströmkante der jeweiligen Leitschaufel seitlich offen sind. Bei dieser Ausführungsform beeinflussen diese seitlich oder randseitig offenen Durchtrittsöffnungen eine randseitige Außenkontur der jeweiligen Leitschaufel. Beispielsweise können dadurch gezielt Strömungsablösungen und Wirbel generiert werden, die sich vorteilhaft für eine intensive Durchmischung auswirken können. Bevorzugt sind sämtliche Durchtrittsöffnungen der Perforation an der Abströmkante bzw. an der Anströmkante seitlich offen. Generell ist jedoch auch eine Ausführungsform denkbar, bei welcher die Perforation zumindest eine an der Außenkontur der Leitschaufel offene Durchtrittsöffnung und wenigstens eine vollständig innerhalb der Außenkontur liegende Durchtrittsöffnung aufweist.

[0015] Bei einer Weiterbildung, die davon ausgeht, dass mehrere seitlich offene Durchtrittsöffnungen vorgesehen sind, können die seitlich offenen Durchtrittsöffnungen länglich sein und gegenüber einer Schaufellänge der Leitschaufel sowie gegenüber einer Schaufelbreite der Leitschaufel geneigt sein. Wie zuvor erstreckt sich die Schaufellänge von einem Schaufelfuß bis zu einer Schaufelspitze, während sich die Schaufelbreite von der Anströmkante zur Abströmkante erstreckt.

[0016] Bei einer weiteren Weiterbildung können die seitlich offenen Durchtrittsöffnungen der Anströmkante bezüglich der Schaufellänge entgegengesetzt geneigt sein zu den Durchtrittsöffnungen der Abströmkante. Hierdurch lässt sich die Strömungsleitwirkung der Leitschaufeln hinsichtlich einer verbesserten Durchmischung optimieren.

[0017] Bei einer alternativen Ausführungsform kann die Perforation bei wenigstens einer der Leitschaufeln aus einer einzigen Durchtrittsöffnung gebildet sein. Eine derartige singuläre Durchtrittsöffnung ist hinsichtlich ihres Durchströmungsquerschnitts zweckmäßig größer dimensioniert als die einzelnen Durchtrittsöffnungen der vorstehend erläuterten Perforationen, die durch eine Vielzahl von Durchtrittsöffnungen gebildet sind. Dementsprechend besitzt eine derartige Perforation einen reduzierten Durchströmungswiderstand.

[0018] Bei einer Weiterbildung kann diese singuläre Durchtrittsöffnung innerhalb einer randseitigen Außenkontur der jeweiligen Leitschaufel angeordnet sein. Mit anderen Worten, auch hier wird eine Ausführungsform bevorzugt, bei welcher die Durchtrittsöffnung die Außenkontur der Leitschaufel nicht beeinflusst. Die singuläre Durchtrittsöffnung kann länglich ausgestaltet sein. Dabei kann sie sich im Wesentlichen von einem Schaufelfuß

bis zu einer Schaufelspitze erstrecken. Ferner kann die Durchtrittsöffnung spitz zulaufend ausgestaltet sein, wobei die Spitze der Durchtrittsöffnung dann im Bereich der Schaufelspitze angeordnet sein kann. Alternativ kann die Durchtrittsöffnung auch mit einer konstanten Breite ausgestaltet sein.

[0019] Grundsätzlich ist es ebenso möglich, die singuläre Durchtrittsöffnung an einer Schaufelspitze der jeweiligen Leitschaufel seitlich offen auszugestalten. Sofern diese singuläre, seitlich offene Durchtrittsöffnung außerdem länglich ausgestaltet ist, kann damit quasi eine Teilung der Leitschaufel im Bereich der Durchtrittsöffnung erzielt werden. Eine derartige, im Bereich der Schaufelspitze offene Durchtrittsöffnung kann zu einem besonders geringen Durchströmungswiderstand im Bereich der jeweiligen Leitschaufel führen.

[0020] Bei einer anderen vorteilhaften Ausführungsform kann die jeweilige Leitschaufel entlang ihrer Schaufellänge einen einfach oder mehrfach gebogenen Verlauf aufweisen. Während die Leitschaufeln üblicherweise geradlinig ausgestaltet sind, wird hier nun vorgeschlagen, die jeweilige Leitschaufel mit einem bezüglich ihrer Längsmittelachse gekrümmten Verlauf auszustatten. Die Längsmittelachse der jeweiligen Leitschaufel erstreckt sich dabei vom Schaufelfuß zur Schaufelspitze etwa mittig bezüglich der Schaufelbreite. Eine einfach gekrümmte Leitschaufel ist dann sichelförmig ausgestaltet. Eine zweifach gekrümmte Leitschaufel ist dann S-förmig ausgestaltet. Zusätzlich oder alternativ kann die jeweilige Leitschaufel bezüglich ihrer Längsmittelachse eine Verwindung besitzen, was entlang der Schaufellänge zu einem variierenden Anstellwinkel führt.

[0021] Bei einer anderen vorteilhaften Ausführungsform kann der Mischer einen zylindrischen Rohrkörper aufweisen, der einen von der Abgasströmung durchströmbaren Strömungsquerschnitt in der Umfangsrichtung umschließt und von dem die Leitschaufeln nach innen abstehen. Insbesondere können die Leitschaufeln bei dieser Bauform radial innen im Bereich ihrer Schaufelspitzen freistehend angeordnet sein. Ferner können die Leitschaufeln relativ zueinander berührungslos angeordnet sein.

[0022] Besonders vorteilhaft ist eine Weiterbildung, bei welcher der Rohrkörper mit allen Leitschaufeln aus einem einzigen Blechkörper durch Umformung hergestellt ist. Hierdurch lässt sich der Mischer vergleichsweise preiswert durch Stanz- und Umformvorgänge herstellen.

[0023] Bei einer anderen vorteilhaften Ausführungsform kann die Perforation wenigstens eine Durchtrittsöffnung mit einem Öffnungsrand aufweisen, der entlang seines gesamten Umlaufs freistehend ist. Ein derartiger freistehender Öffnungsrand kann bei einer als Blechkörper ausgestalteten Leitschaufel besonders einfach durch einen Stanzvorgang hergestellt werden. Vorzugsweise ist der Umlauf vollständig geschlossen, wenn die jeweilige Durchtrittsöffnung innerhalb der Außenkontur der Leitschaufel angeordnet ist. Ist dagegen die Durchtrittsöffnung an der Außenkontur der Leitschaufel seitlich offen

ausgestaltet, ist der Umlauf des Öffnungsrandes an der Außenkontur unterbrochen.

[0024] Zweckmäßig sind alle Durchtrittsöffnungen der jeweiligen Leitschaufel mit einem derartigen freistehenden Öffnungsrand ausgestattet.

[0025] Bei einer anderen Ausführungsform kann die Perforation wenigstens eine Durchtrittsöffnung mit einem Öffnungsrand aufweisen, der entlang eines Umlaufabschnitts mit einem Aussteller verbunden ist. Der Aussteller kann die zugehörige Durchtrittsöffnung zumindest teilweise abdecken. Zusätzlich oder alternativ kann der Aussteller gegenüber einem daran angrenzenden Bereich der Leitschaufel geneigt sein. Zusätzlich oder alternativ kann der Aussteller zumindest teilweise gegenüber einem daran angrenzenden Bereich der Leitschaufeln versetzt angeordnet sein. Die Anordnung des Ausstellers ist dabei bevorzugt so, dass der Aussteller die Durchtrittsöffnung zumindest teilweise überdeckt und dementsprechend eine Strömungsumlenkung einer durch die Durchtrittsöffnung hindurch tretenden Abgasströmung bewirkt. Ein derartiger Aussteller am Öffnungsrand der Durchtrittsöffnung verbessert die Durchmischungswirkung der Leitschaufel. Gleichzeitig kann durch die Strömungsumlenkung mit dem Aussteller der Strömungswiderstand reduziert werden.

[0026] Zweckmäßig ist, der Aussteller integral an der jeweiligen Leitschaufel ausgeformt. Besonders vorteilhaft kann der jeweilige Aussteller ein zum Herstellen der jeweiligen Durchtrittsöffnung freigeschnittener und ausgestellter Bereich der jeweiligen Leitschaufel sein. Somit lässt sich die jeweilige Leitschaufel besonders einfach mit den Durchtrittsöffnungen und daran angrenzenden Ausstellern ausstatten.

[0027] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung kann vorgesehen sein, dass zumindest ein solcher Aussteller einen mittleren Bereich und zwei seitliche Bereiche aufweist, wobei sich der mittlere Bereich im Wesentlichen parallel zur jeweiligen Leitschaufel erstreckt und über die beiden seitlichen Bereiche mit der jeweiligen Leitschaufel verbunden ist. Hierdurch ergibt sich eine besonders effiziente Abdeckung der jeweiligen Durchtrittsöffnung.

[0028] Ferner kann gemäß einer anderen Weiterbildung vorgesehen sein, dass zumindest ein solcher Aussteller als Flügel ausgestaltet ist, der nur an einer Seite mit der jeweiligen Leitschaufel verbunden und im Übrigen zur jeweiligen Leitschaufel freistehend angeordnet ist. Ein derartiger Flügel wirkt als Strömungsleitelement, so dass mithilfe eines derartigen Flügels sich die Durchströmung der jeweiligen Durchtrittsöffnung besonders günstig beeinflussen lässt.

[0029] Außerdem kann vorteilhaft vorgesehen sein, dass zumindest ein solcher Aussteller durch eine Stufe gebildet ist, die in einer Schauffellängsrichtung von einer in der jeweiligen Leitschaufel ausgebildeten (anderen) Stufe beabstandet ist. Die jeweilige Stufe kann durch doppeltes Abwinkeln, vorzugsweise jeweils um etwa 90°, der Leitschaufel quer zu ihrer Längsrichtung erzeugt werden.

[0030] Es ist klar, dass die vorstehend aufgezählten unterschiedlichen Varianten für die Perforation - soweit sinnvoll - an zumindest einer einzigen Leitschaufel oder bei verschiedenen Leitschaufeln desselben Mischers realisierbar sind, also insbesondere Durchtrittsöffnungen unterschiedlicher Größen und/oder Geometrien und/oder mit bzw. ohne Aussteller.

[0031] Der hier vorgestellte Mischer wird im Betrieb der Abgasanlage ausschließlich durch die Abgasströmung aufgeheizt, so dass er hinsichtlich seiner Verdampfungswirkung fremdenergiefrei arbeitet.

[0032] Bei einer erfindungsgemäßen Abgasanlage, die sich bei einer Brennkraftmaschine zum Abführen der Verbrennungsabgase eignet, ist ein Injektor zum Einbringen eines flüssigen Reduktionsmittels in die Abgasströmung vorgesehen, wobei außerdem wenigstens ein Mischer der vorstehend beschriebenen Art bezüglich der Abgasströmung stromab diese Injektors angeordnet ist. Die Abgasanlage kann ferner einen SCR-Katalysator stromab des Mischers oder einen Oxidationskatalysator stromab des Mischers aufweisen.

[0033] Weitere wichtige Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, aus den Zeichnungen und aus der zugehörigen Figurenbeschreibung anhand der Zeichnungen.

[0034] Es versteht sich, dass die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

[0035] Bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert, wobei sich gleiche Bezugszeichen auf gleiche oder ähnliche oder funktional gleiche Komponenten beziehen.

[0036] Es zeigen, jeweils schematisch,

- | | |
|----------------|--|
| Fig. 1 | eine schaltplanartige Prinzipdarstellung einer Brennkraftmaschine mit einer Abgasanlage, die einen statischen Mischer enthält, |
| Fig. 2 | eine isometrische Ansicht des Mischers, |
| Fig. 3 | eine Axialansicht des Mischers, |
| Fig. 4 | eine Abwicklung des Mischers, |
| Fig. 5 bis 13 | jeweils eine vereinfachte Ansicht einer Leitschaufel des Mischers bei verschiedenen Ausführungsformen, |
| Fig. 14 bis 19 | jeweils eine vereinfachte Ansicht einer Leitschaufel des Mischers bei verschiedenen Ausführungsformen und teilweise mit zugehörigen Schnittan- |

sichten bzw. Varianten A, B, C und D,

Fig. 20 eine isometrische Ansicht einer Leitschaukel des Mischers aus Fig. 19 im Bereich einer Perforation.

[0037] Entsprechend Fig. 1 umfasst eine Brennkraftmaschine 1 einen Motorblock 2, der in mehreren Zylindern 3 jeweils einen Brennraum 4 enthält. In den Zylindern 3 sind hier nicht gezeigten Kolben hubverstellbar angeordnet, so dass es sich bei der Brennkraftmaschine 1 um einen Kolbenmotor handelt. Zur Versorgung der Brennräume 4 mit Frischluft ist eine Frischluftanlage 5 vorgesehen. Eine entsprechende Frischluftströmung 6 ist durch einen Pfeil angedeutet. Um von den Brennräumen 4 Verbrennungsabgase abführen zu können, ist die Brennkraftmaschine 1 außerdem mit einer Abgasanlage 7 ausgestattet. Eine Abgasströmung 8 ist durch einen Pfeil angedeutet. Im Beispiel der Fig. 1 ist die Abgasanlage 7 mit einem SCR-System 9 ausgestattet, das einen Injektor 10 zum Einbringen eines flüssigen Reduktionsmittels in die Abgasströmung 8, einen SCR-Katalysator 11 zum Reduzieren von Stickoxiden unter Zuhilfenahme des zuvor eingespritzten Reduktionsmittels sowie einen statischen Mischer 12 aufweist. Bezüglich der Strömungsrichtung der Abgasströmung 8 ist der SCR-Katalysator 11 stromab des Injektors 10 angeordnet. Ferner ist der Mischer 12 bezüglich der Strömungsrichtung der Abgasströmung 8 stromab des Injektors 10 und stromauf des SCR-Katalysators 11 angeordnet. Die Abgasanlage 7 besitzt einen Abgasstrang 13, in den die zuvor genannten Komponenten des SCR-Systems 9 eingebunden sind.

[0038] Entsprechend den Fig. 2 und 3 besitzt der Mischer 12 mehrere Leitschaukeln 14, die jeweils zur Umlenkung der Abgasströmung 8 dienen. Beim hier gezeigten bevorzugten Beispiel besitzt der Mischer 12 außerdem einen zylindrischen Rohrkörper 15, der einen von der Abgasströmung 8 durchströmbareren Strömungsquerschnitt 16 in der Umfangsrichtung 17 umschließt. Die Umfangsrichtung 17 bezieht sich dabei auf eine Längsmittelachse 18 des Rohrkörpers 15 bzw. des Mischers 12. Vom Rohrkörper 15 stehen die Leitschaukeln 14 nach innen, also in Richtung der Längsmittelachse 18 ab. Dabei besitzt eine Erstreckungsrichtung der jeweiligen Leitschaukel 14 zumindest eine Radialkomponente. Ferner kann diese Erstreckungsrichtung optional auch eine Axialkomponente aufweisen. Zweckmäßig ist dieser Rohrkörper 15 integral mit den Leitschaukeln 14 aus einem einzigen Blechkörper 19 hergestellt, nämlich durch Umformung, so dass es sich beim Mischer 12 letztlich um ein einziges Blechformteil handelt. Eine Abwicklung des Blechkörpers 19 bzw. des Mischers 12 ist in Fig. 4 wiedergegeben. Der Blechkörper 19 besitzt einen Mantelabschnitt 20, der im umgeformten Zustand den Rohrkörper 15 bildet. Von diesem Mantelabschnitt 20 stehen die Leitschaukeln 14 ab. In der Abwicklung der Fig. 4 sind die einzelnen Leitschaukeln 14 bereits freigeschnitten,

wobei einzelne Schnitte mit 21 bezeichnet sind. Die Schnitte 21 gehen am Mantelabschnitt 20 in Rundlöcher 22 über, um an diesem Übergang eine Rissbildung zu vermeiden.

[0039] Um aus dem in Fig. 4 ebenen Blechkörper 19 den Mischer 12 herzustellen, werden die Schaukeln 14 jeweils um eine Biegekante 23 umgebogen und der Mantelabschnitt 20 wird um die Längsmittelachse 18 des Mischers 12 in der Umfangsrichtung 17 umgebogen. Dabei können Längsenden 24 des Mantelabschnitts 20 am Rohrkörper 15 in der Umfangsrichtung 17 einen Stoß bilden und aneinander befestigt werden.

[0040] Wie sich den Fig. 2 bis 4 entnehmen lässt, sind die Leitschaukeln 14 bei dem hier gezeigten Beispiel des Mischers 12 ausschließlich an einer Anströmseite des Rohrkörpers 15 ausgebildet. Zur Orientierung ist die Abgasströmung 8 durch einen Strömungspfeil angedeutet. Ebenso ist eine Ausführungsform denkbar, bei der sämtliche Leitschaukeln 14 an einer Abströmseite des Rohrkörpers 15 angeordnet sind. Ferner ist denkbar, am Rohrkörper 15 sowohl an der Anströmseite als auch an der Abströmseite jeweils derartige Leitschaukeln 14 vorzusehen. Auch ist die Verwendung von zwei Mixchern 12 denkbar, die in der Strömungsrichtung der Abgasströmung 8 hintereinander angeordnet sind.

[0041] Wie sich den Fig. 2 bis 4 entnehmen lässt, ist zumindest eine der Leitschaukeln 14 mit einer Perforation 25 ausgestattet. Die Perforation 25 ist dabei so konfiguriert, dass sie die im Übrigen geschlossene Leitschaukel 14 durchsetzt, so dass die Leitschaukel 14 durch die jeweilige Perforation 25 hindurch von der Abgasströmung 8 bzw. von Teilströmen der Abgasströmung 8 durchströmbar ist. Obwohl in den Beispielen der Fig. 2 bis 4 nicht alle Leitschaukeln 14 mit einer derartigen Perforation 25 ausgestattet sind, wird jedoch eine Ausführungsform bevorzugt, bei der sämtlichen Leitschaukeln 14 eine derartige Perforation 25 aufweisen. Obwohl in den Fig. 2 bis 4 bei den einzelnen Leitschaukeln 14 verschiedene Perforationen 25 vorgesehen sind, ist eine Ausführungsform bevorzugt, bei der die perforierten Schaukeln 14 jeweils eine identische Perforation 25 besitzen.

[0042] Unterschiedliche Ausführungsformen einer derartigen Perforation 25 werden nachfolgend anhand der Fig. 5 bis 20 näher erläutert. Beispielsweise kann die jeweilige Perforation 25 mehrere Durchtrittsöffnungen 26 aufweisen, die innerhalb einer randseitigen Außenkontur 27 der jeweiligen Leitschaukel 14 angeordnet sind. Die Fig. 5 bis 10, 15 und 18 zeigen Ausführungsformen, bei denen sämtliche Durchtrittsöffnungen 26 der Perforation 25 innerhalb der Außenkontur 27 der Leitschaukel 14 angeordnet sind. Bei der in Fig. 5 gezeigten Ausführungsform sind sämtliche Durchtrittsöffnungen 26 mit einem runden und punktförmigen Querschnitt ausgestattet. Insbesondere zeigen die Durchtrittsöffnungen 26 jeweils einen kreisförmigen Querschnitt.

[0043] Bei der in Fig. 6 gezeigten Ausführungsform sind die Durchtrittsöffnungen 26 länglich und geradlinig ausgestaltet. Ferner erstrecken sie sich parallel zuein-

ander. Des Weiteren sind die parallel angeordneten Durchtrittsöffnungen 26 entlang einer Schauffellänge 28 nebeneinander angeordnet. Die Schauffellänge 28 ist dabei von einem Schauffelfuß 29 bis zu einer Schauffelspitze 30 gemessen. Bei einem Mischer 12 gemäß der in den Fig. 2 bis 4 gezeigten Ausführungsform ist der Schauffelfuß 29 am Rohrkörper 15 angeordnet, während die Schauffelspitze 30 im Bereich der Längsmittelachse 18 freistehend angeordnet ist.

[0044] Die in Fig. 7 gezeigte Ausführungsform entspricht der in Fig. 6 gezeigten Ausführungsform, mit der Maßgabe, dass die Durchtrittsöffnungen 26 unterschiedliche Querschnitte besitzen. Fig. 8 zeigt dagegen eine Ausführungsform, bei welcher die länglichen Durchtrittsöffnungen 26 einen eckigen, hier parallelogrammartigen Querschnitt besitzen. Ferner sind die Durchtrittsöffnungen 26 hinsichtlich ihres länglichen Querschnitts gegenüber der Schauffellänge 28 sowie gegenüber einer Schauffelbreite 31 geneigt angeordnet. Die Schauffelbreite 31 ist dabei von einer Anströmkante 32 bis zu einer Abströmkante 33 der jeweiligen Leitschaufel 14 gemessen. Im Unterschied dazu sind die länglichen Durchtrittsöffnungen 26 bei den Beispielen der Fig. 6 und 7 parallel zur Schauffelbreite 31 orientiert.

[0045] Fig. 9 zeigt nun eine Ausführungsform, bei der in der Richtung der Schauffelbreite 31 mehrere längliche Durchtrittsöffnungen 26 hintereinander angeordnet sind, die hier außerdem in Richtung der Schauffellänge 28 zueinander versetzt angeordnet sind. Ferner sind die Durchtrittsöffnungen 26 entlang der Schauffellänge 28 nebeneinander angeordnet, sowie parallel zueinander und parallel zur Schauffelbreite 31 ausgerichtet. Die Durchtrittsöffnungen 26 besitzen bei der in Fig. 9 gezeigten Perforation 25 deutlich kleinere durchströmbare Querschnitte als bei den Ausführungsformen der Fig. 5 bis 8.

[0046] Fig. 10 zeigt eine Ausführungsform, bei der die Durchtrittsöffnungen 26 einen länglichen Querschnitt besitzen und dabei einfach gekrümmt sind. Unabhängig von der Geometrie und Anzahl der Durchtrittsöffnungen 26 zeigt Fig. 10 außerdem eine Ausführungsform, bei welcher die jeweilige Leitschaufel 14 entlang ihrer Schauffellänge 28 einen zweifach gebogenen Verlauf aufweist. Hierdurch besitzt die Leitschaufel 14 bezüglich ihrer Schauffellänge 28 einen S-förmigen Verlauf.

[0047] Bei den in den Fig. 11 und 16 gezeigten Ausführungsformen besitzt die jeweilige Perforation 25 mehrere Durchtrittsöffnungen 26, die an der Anströmkante 32 bzw. an der Abströmkante 33 der jeweiligen Leitschaufel 14 seitlich offen sind. Hierdurch beeinflussen die Durchtrittsöffnungen 26 die randseitige Außenkontur 27 der Leitschaufel 14. Im Beispiel der Fig. 11 sind sämtliche Durchtrittsöffnungen 26 der Perforation 25 seitlich offen ausgestaltet. Ferner sind sämtliche Durchtrittsöffnungen 26 hier länglich und mit einem Viereckquerschnitt versehen. Außerdem sind die an der Anströmkante 32 angeordneten Durchtrittsöffnungen 26 jeweils parallel zueinander und bezüglich der Schauffellänge 28 neben-

einander angeordnet. Auch die an der Abströmkante 33 vorgesehenen Durchtrittsöffnungen 26 sind parallel zueinander und in der Schauffellänge 28 nebeneinander angeordnet. Des Weiteren sind die hier gezeigten Durchtrittsöffnungen 26 sowohl gegenüber der Schauffellänge 28 also gegenüber der Schauffelbreite 31 geneigt ausgerichtet. Dabei ist hier außerdem vorgesehen, dass die Durchtrittsöffnungen 26 der Anströmkante 32 bezüglich der Schauffellänge 28 entgegengesetzt geneigt sind zu den Durchtrittsöffnungen 26 der Abströmkante 33. Insbesondere sind sie bezüglich einer Längsmittelachse der jeweiligen Leitschaufel 14 spiegelsymmetrisch angeordnet, wodurch die Perforation 25 einen Pfeilung zeigt und die Leitschaufel 25 fischgrätartig gestaltet ist. Die Pfeilung der Perforation 25 ist hierzu zur Schauffelspitze 30 orientiert.

[0048] In Fig. 16 ist dagegen an der Anströmkante 32 und an der Abströmkante 33 jeweils nur eine einzige seitlich offene Durchtrittsöffnung 26 vorgesehen.

[0049] Während die Beispiele der Fig. 5 bis 11, 15, 17 und 18 jeweils Perforationen 25 zeigen, die mehrere Durchtrittsöffnungen 26 besitzen, zeigen die Fig. 12 bis 14 und 19, 20 hier jeweils eine Ausführungsform, bei der die Perforation 25 jeweils nur eine einzige Durchtrittsöffnung 26 aufweist. Zumindest in den Beispielen der Fig. 12 bis 14 ist diese Durchtrittsöffnung 26 mit einem länglichen Querschnitt versehen, der parallel zur Schauffellänge 28 ausgerichtet ist. Ferner erstreckt sich die jeweilige Durchtrittsöffnungen 26 über einen wesentlichen Längsabschnitt der jeweiligen Leitschaufel 14. Bei diesen Beispielen erstreckt sich die jeweilige Durchtrittsöffnung 26 über wenigstens 75% der Schauffellänge 28. Im Beispiel der Fig. 12 besitzt die Durchtrittsöffnung 26 einen rechteckigen Querschnitt, während bei der in Fig. 13 gezeigten Ausführungsform ein Dreiecksquerschnitt vorgesehen ist. In Fig. 14 ist wieder ein Rechteckquerschnitt vorgesehen. In Fig. 12 und 14 besitzt die Durchtrittsöffnung 26 entlang der Schauffellänge 28 einen konstanten Querschnitt, während in Fig. 13 der Querschnitt in Richtung zur Schauffelspitze 30 abnimmt. Bei den Beispielen der Fig. 12 bis 14 und 19, 20 verbleibt die Durchtrittsöffnung 26 innerhalb der randseitigen Außenkontur 27 der zugehörigen Leitschaufel 14. Bei einer anderen Ausführungsform kann die Durchtrittsöffnung 26 dagegen so angeordnet und/oder so dimensioniert sein, dass sie an der Schauffelspitze 30 seitlich offen ist, wodurch die Leitschaufel 14 im Bereich dieser Durchtrittsöffnung 26 quasi geteilt wird.

[0050] Bei den Ausführungsformen der Fig. 5 bis 13 sind die Durchtrittsöffnungen 26 jeweils mit einem Öffnungsrand 34 ausgestattet, der entlang seines gesamten Umlaufs freistehend ist. Bei den Ausführungsformen der Fig. 5 bis 10, 12 und 13, bei denen die Durchtrittsöffnungen 26 innerhalb der Außenkontur 27 angeordnet sind, ist der jeweilige Umlauf des Öffnungsrandes 34 geschlossen, während der Umlauf bei der in Fig. 11 gezeigten Ausführungsform, bei der die Durchtrittsöffnungen 26 an der Außenkontur 27 seitlich offen sind, jeweils durch die

seitliche Öffnung der jeweiligen Durchtrittsöffnungen 26 unterbrochen ist.

[0051] Bei den Ausführungsformen der Fig. 14 bis 20 kann die Perforation 25 zumindest eine Durchtrittsöffnung 26 aufweisen, deren Öffnungsrand 34 entlang eines Umlaufabschnitts mit einem Aussteller 35 verbunden ist. Dieser Aussteller 35 ist bei den Ausführungsformen der Fig. 16 bis 18 gegenüber einem daran angrenzenden Bereich der jeweiligen Leitschaufel 14 geneigt angeordnet. Dabei bewirkt der jeweilige Aussteller 35 eine Abdeckung zumindest eines Teils der jeweiligen Durchtrittsöffnung 26. In den Fig. 16 bis 18 bilden bei einer rechteckigen Durchtrittsöffnung 26 drei aufeinander folgende, geradlinige Umlaufabschnitte jeweils einen freien Öffnungsrand 34, während der verbleibende vierte, geradlinige Umlaufabschnitt dann mit dem Aussteller 35 verbunden ist, wodurch der jeweilige Aussteller 35 einen Flügel 36 bildet. Zweckmäßig bildet der Aussteller 35 einen bei der Herstellung der jeweiligen Durchtrittsöffnung 26 freigeschnittenen und ausgestellten Bereich der Leitschaufel 14. Somit ist der jeweilige Aussteller 35 integral an der Leitschaufel 14 ausgeformt.

[0052] Bei den Fig. 14 bis 20 ist vorgesehen, dass die Perforation 25 wenigstens eine Durchtrittsöffnung 26 mit einem Öffnungsrand 34 aufweist, der entlang wenigstens eines Umlaufabschnitts mit einem Aussteller 35 verbunden ist, der die zugehörige Durchtrittsöffnung 26 zumindest teilweise abdeckt und/oder der gegenüber einem daran angrenzenden Bereich der Leitschaufel 14 geneigt und/oder versetzt angeordnet ist.

[0053] Bei den Fig. 14 und 15 ist vorgesehen, dass zumindest ein solcher Aussteller 35 einen mittleren Bereich 36 und zwei seitliche Bereiche 37 aufweist, wobei sich der mittlere Bereich 36 im Wesentlichen parallel zur jeweiligen Leitschaufel 14 erstreckt und über die beiden seitlichen Bereiche 37 mit der jeweiligen Leitschaufel 14 verbunden ist.

[0054] Bei den Fig. 17 und 18 ist dagegen vorgesehen, dass zumindest ein solcher Aussteller 35 als Flügel 36 ausgestaltet ist, der sich dadurch charakterisiert, dass er nur an einer Seite mit der jeweiligen Leitschaufel 14 verbunden ist, während er im Übrigen zur jeweiligen Leitschaufel 14 freistehend angeordnet ist. Diese Flügel 36 können dabei wie in Fig. 16 in die Außenkontur 27 integriert sein, so dass ihre Durchtrittsöffnungen 26 seitlich offen sind. Ebenso kann bei einer anderen Ausführungsform ein Abstand zur Außenkontur 27 eingehalten sein. In Fig. 16 sind zwei verschiedene Geometrien für die Flügel 36 gezeigt. Fig. 17 zeigt weitere Varianten A, B, C und D für die geometrische Ausgestaltung derartiger Flügel 36. So zeigt Fig. 17A einen im Profil geradlinigen Flügel 36. Fig. 17B zeigt einen Flügel 36 mit einem in der Ausstellrichtung konkav gekrümmten Profil. Fig. 17C zeigt einen Flügel 36 mit einem in der Ausstellrichtung konvex gekrümmten Profil. Fig. 17D zeigt dagegen einen Flügel 36 mit einem aerodynamisch geformten Profil, insbesondere Tropfenprofil.

[0055] Fig. 18 zeigt exemplarisch eine Ausführungs-

form bei der die Perforation 25 durch mehrere verschiedene Durchtrittsöffnungen 26 mit Ausstellern 35 (linke Hälfte in Fig. 18) und ohne Ausstellern 35 (rechte Hälfte in Fig. 18), die sich außerdem durch unterschiedliche Geometrien und Querschnitte voneinander unterscheiden.

[0056] In den Fig. 19 und 20 ist eine weitere Ausführungsform für eine besondere Perforation 25 dargestellt, bei der die Leitschaufel 15 mit einer Stufe 38 ausgestattet ist, die mithilfe von zwei Biegekanten 39 ausgebildet ist. Im Bereich der Perforation 25 sind zwei andere Biegekanten 40 vorgesehen, die zu den vorgenannten Biegekanten 39 in einer Schaufellängsrichtung 42, die parallel zur Schaufellänge 28 verläuft, versetzt angeordnet sind und in denen die Leitschaufel 14 in der Gegenrichtung gebogen ist. Dementsprechend bildet auch der Aussteller 35 eine Stufe 41, die in der Schaufellängsrichtung 42 zur Stufe 38 der Leitschaufel 14 versetzt angeordnet ist. Hierdurch entstehen zwei in einer Schaufelquerrichtung 43, die sich parallel zur Schaufelbreite 31 erstreckt, voneinander beabstandete offene Querschnitte, die ein seitliches Einströmen oder ein seitliches Ausströmen von Abgas ermöglichen.

[0057] Obwohl bei der hier gezeigten, bevorzugten Ausführungsform der Mischer 12 als Blechformteil ausgestaltet ist, kann er bei einer anderen Ausführungsform auch als Gussteil oder als Sinterteil konzipiert sein. Die jeweilige Perforation 25 wird dann zweckmäßig nachträglich eingearbeitet.

Patentansprüche

1. Statischer Mischer für eine Abgasanlage (7) zum Vermischen eines Reduktionsmittels mit einer Abgasströmung (8), mit mehreren Leitschaufeln (14) zur Umlenkung der Abgasströmung (8),
dadurch gekennzeichnet,
dass wenigstens eine der Leitschaufeln (14) eine vom Abgas (8) durchströmbare Perforation (25) aufweist.
2. Mischer nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Perforation (25) mehrere Durchtrittsöffnungen (26) aufweist, die innerhalb einer randseitigen Außenkontur (27) der jeweiligen Leitschaufel (14) angeordnet sind.
3. Mischer nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Durchtrittsöffnungen (26) jeweils einen länglichen Querschnitt aufweisen und parallel zueinander und entlang einer von einem Schaufelfuß (29) zu einer Schaufelspitze (30) der jeweiligen Leitschaufel (14) gemessenen Schaufellänge (28) nebeneinander angeordnet sind.

4. Mischer nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Perforation (25) zumindest eine Durchtrittsöffnung (26) aufweist, die an einer Anströmkante (32) oder an einer Abströmkante (33) der jeweiligen Leitschaufel (14) seitlich offen ist. 5
5. Mischer nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Perforation (25) mehrere Durchtrittsöffnungen (26) aufweist, die an einer Anströmkante (32) oder an einer Abströmkante (33) der jeweiligen Leitschaufeln (14) seitlich offen sind, wobei die seitlich offenen Durchtrittsöffnungen (26) länglich sind und gegenüber einer Schaufellänge (28) der Leitschaufel (14) sowie gegenüber einer Schaufelbreite (31) der Leitschaufel (14) geneigt sind. 10
6. Mischer nach Anspruch 1, 4 oder 5
dadurch gekennzeichnet,
dass die Perforation (25) aus einer einzigen Durchtrittsöffnung (26) gebildet ist. 20
7. Mischer nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Durchtrittsöffnung (26) innerhalb einer randseitigen Außenkontur (27) der jeweiligen Leitschaufel (14) angeordnet ist. 25
8. Mischer nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet,
dass die jeweilige Leitschaufel (14) entlang ihrer Schaufellänge (28) einen einfach oder mehrfach gebogenen Verlauf aufweist. 30
9. Mischer nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Perforation (25) wenigstens eine Durchtrittsöffnung (26) mit einem Öffnungsrand (34) aufweist, der entlang seines gesamten Umlaufs freistehend ist. 35 40
10. Mischer nach einem der Ansprüche 1 bis 9,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Perforation (25) wenigstens eine Durchtrittsöffnung (26) mit einem Öffnungsrand (34) aufweist, der entlang wenigstens eines Umlaufabschnitts mit einem Aussteller (35) verbunden ist, der die zugehörige Durchtrittsöffnung (26) zumindest teilweise abdeckt und/oder der gegenüber einem daran angrenzenden Bereich der Leitschaufel (14) geneigt und/oder versetzt angeordnet ist. 45 50
11. Mischer nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet,
dass der jeweilige Aussteller (35) ein zum Herstellen der jeweiligen Durchtrittsöffnungen (26) freigeschnittener und ausgestellter Bereich der jeweiligen Leitschaufel (14) ist. 55
12. Mischer nach Anspruch 10 oder 11,
dadurch gekennzeichnet,
dass zumindest ein solcher Aussteller (35) einen mittleren Bereich (36) und zwei seitliche Bereiche (37) aufweist, wobei sich der mittlere Bereich (36) im Wesentlichen parallel zur jeweiligen Leitschaufel (14) erstreckt und über die beiden seitlichen Bereiche (37) mit der jeweiligen Leitschaufel (14) verbunden ist.
13. Mischer nach einem der Ansprüche 10 bis 12,
dadurch gekennzeichnet,
dass zumindest ein solcher Aussteller (35) als Flügel (36) ausgestaltet ist, der nur an einer Seite mit der jeweiligen Leitschaufel (14) verbunden und im Übrigen zur jeweiligen Leitschaufel (14) freistehend angeordnet ist.
14. Mischer nach einem der Ansprüche 10 bis 13,
dadurch gekennzeichnet,
dass zumindest ein solcher Aussteller (35) durch eine Stufe (41) gebildet ist, die in einer Schaufellängsrichtung (42) von einer in der jeweiligen Leitschaufel (14) ausgebildeten Stufe (38) beabstandet ist.
15. Abgasanlage für eine Brennkraftmaschine (1),
- mit einem Injektor (10) zum Einbringen eines flüssigen Reduktionsmittels in eine Abgasströmung (8),
- mit wenigstens einem Mischer (12) nach einem der Ansprüche 1 bis 14, der bezüglich der Abgasströmung (8) stromab des Injektors (10) angeordnet ist.

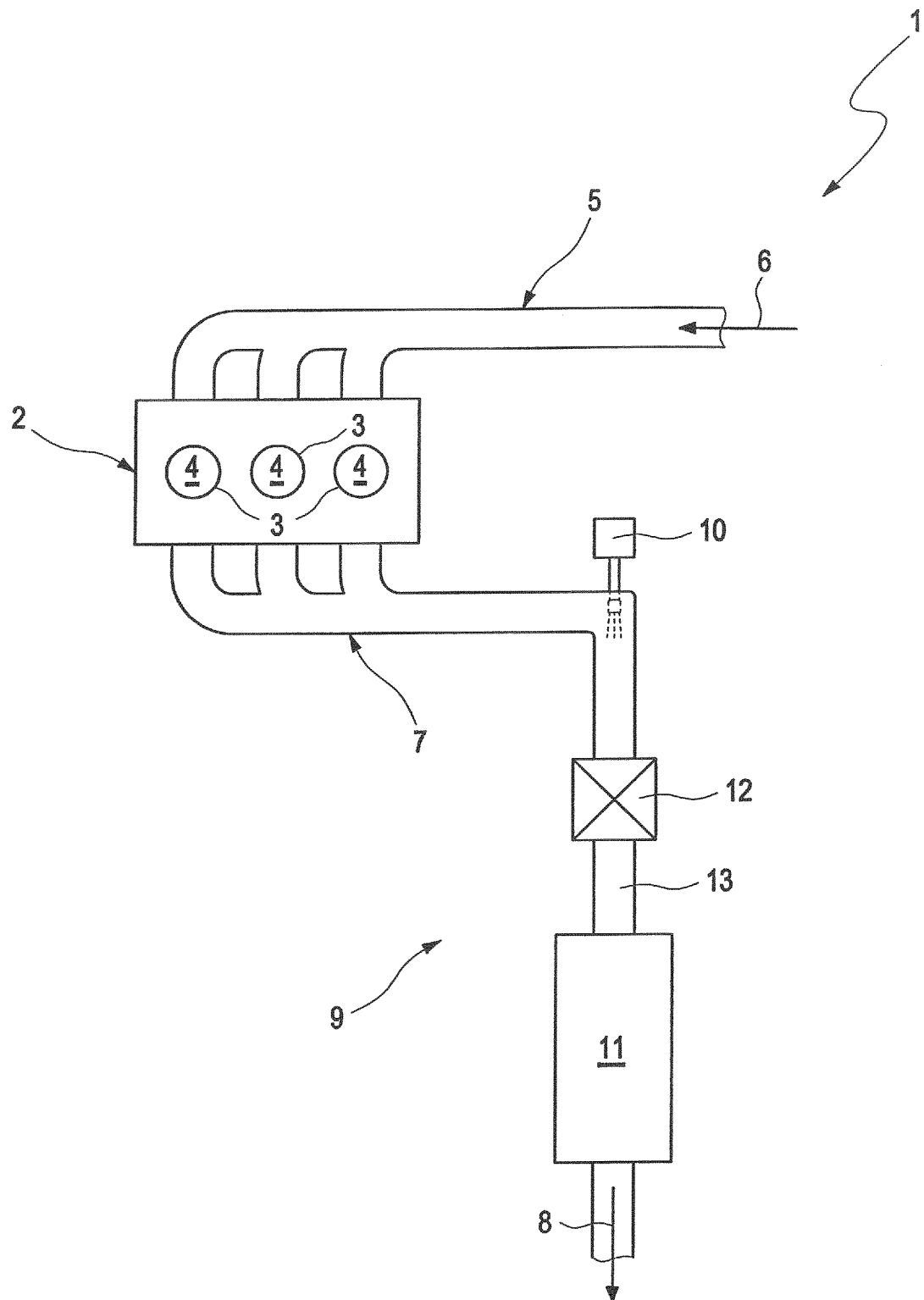


Fig. 1

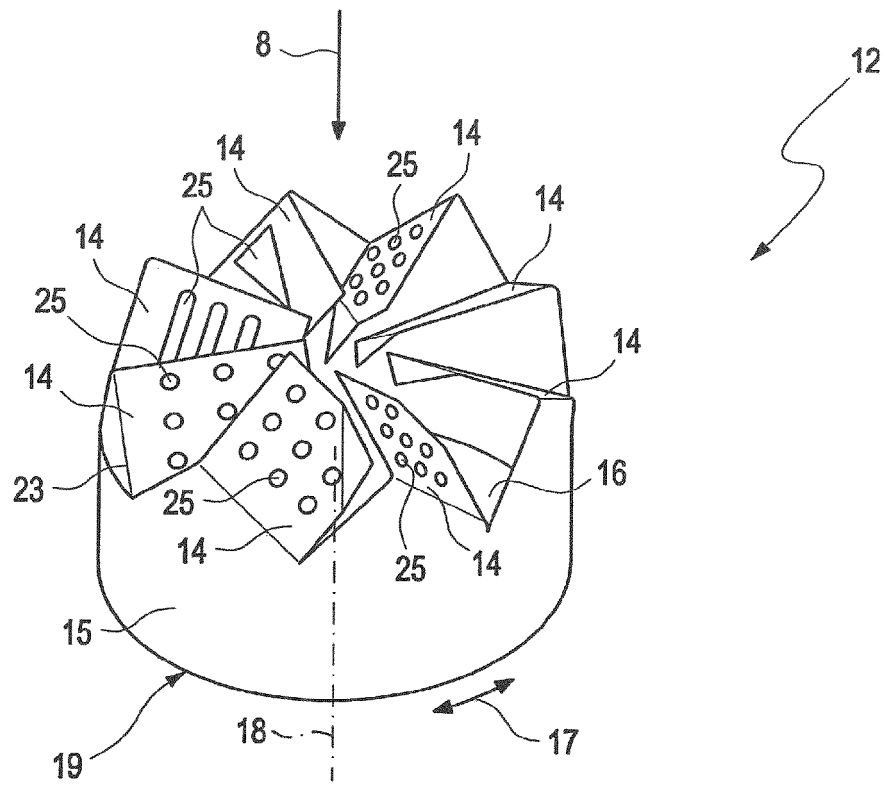


Fig. 2

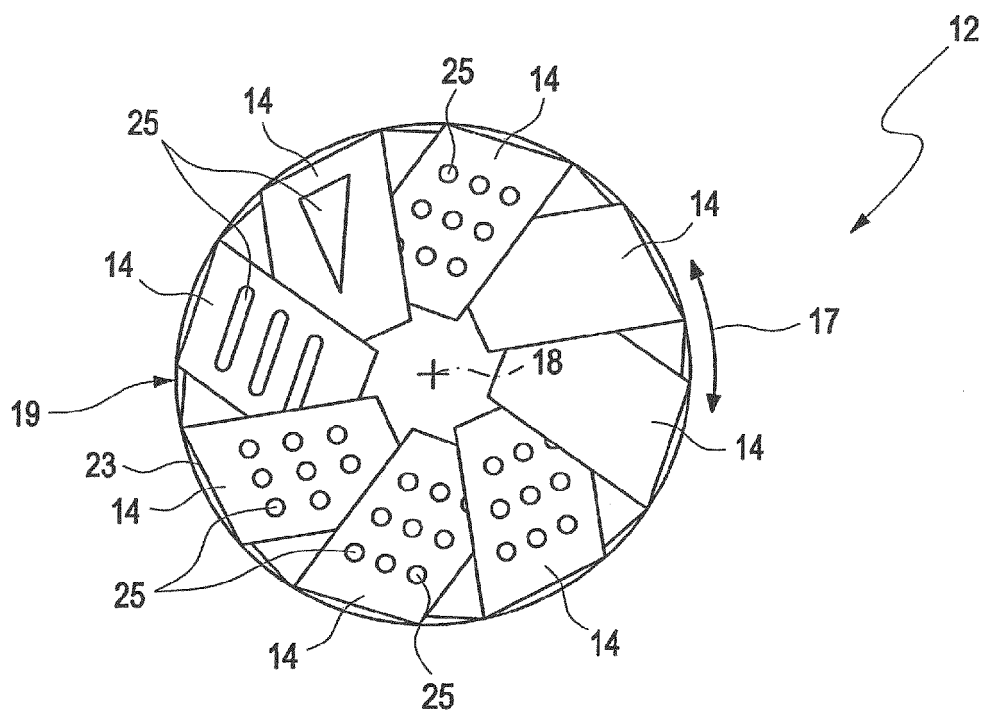


Fig. 3

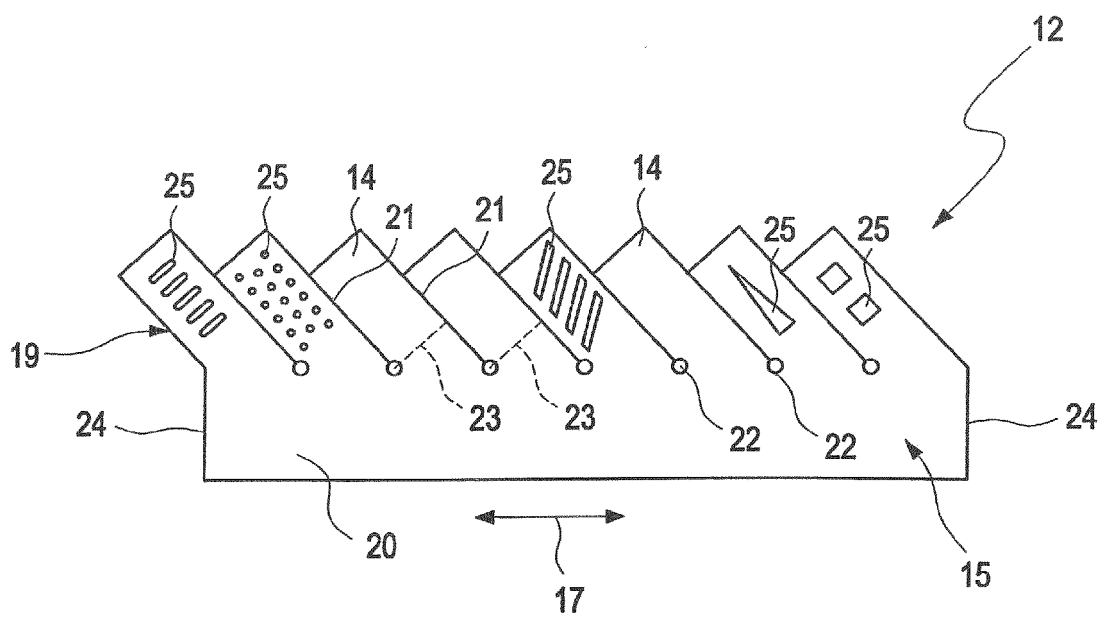


Fig. 4

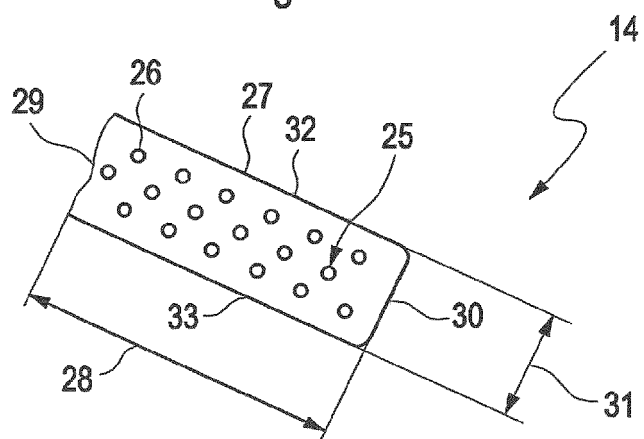


Fig. 5

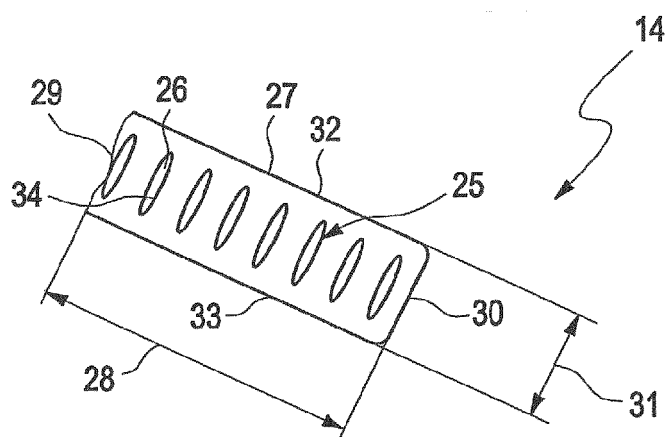


Fig. 6

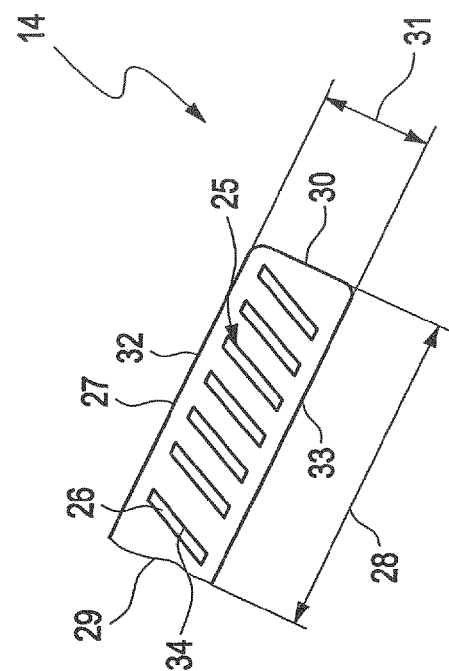


Fig. 8

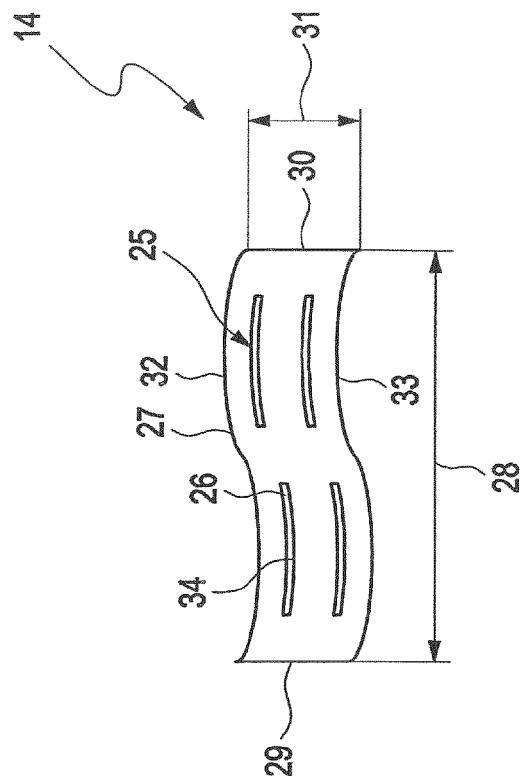


Fig. 10

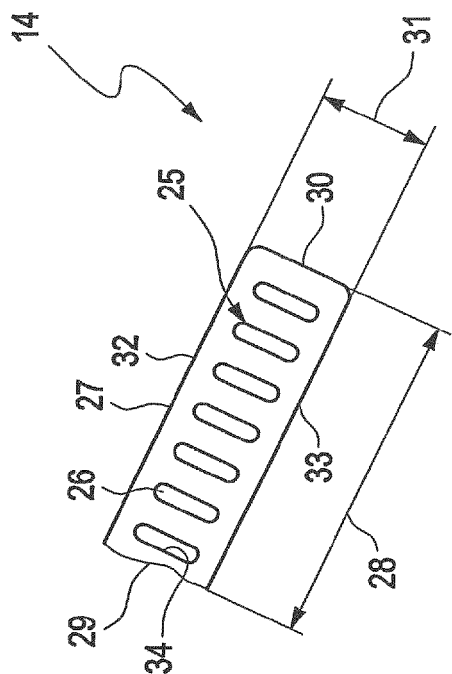


Fig. 7

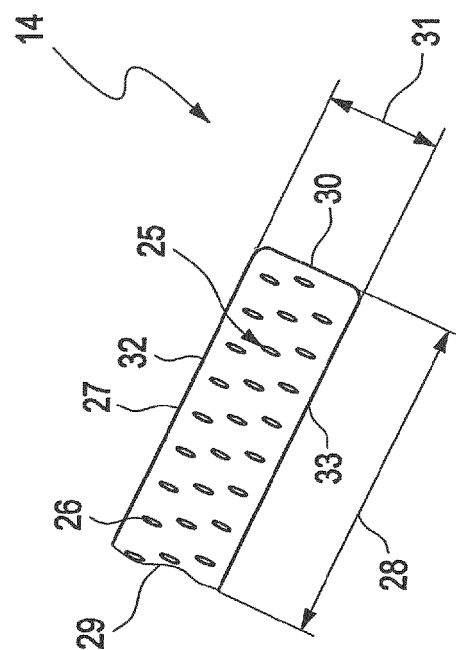


Fig. 9

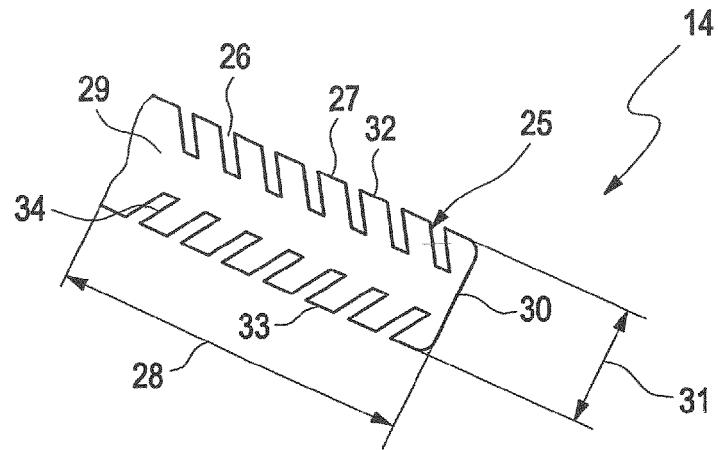


Fig. 11

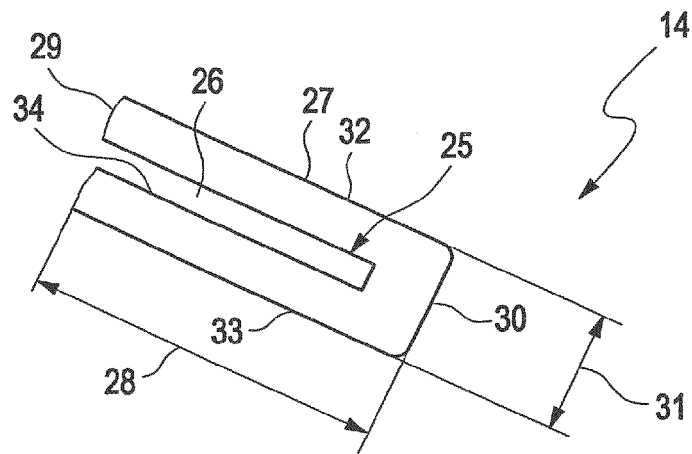


Fig. 12

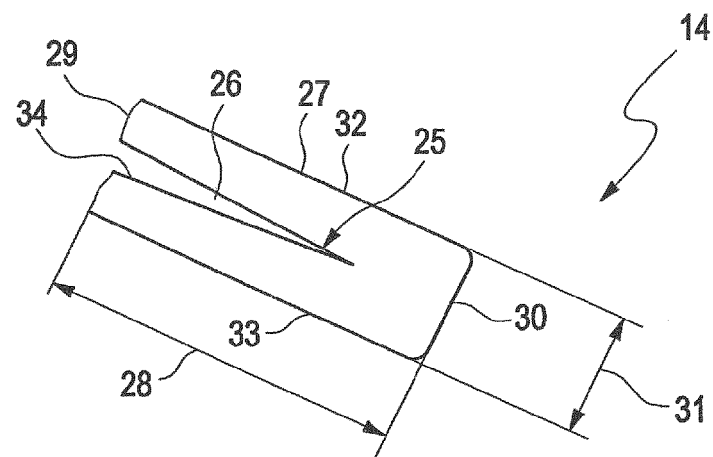


Fig. 13

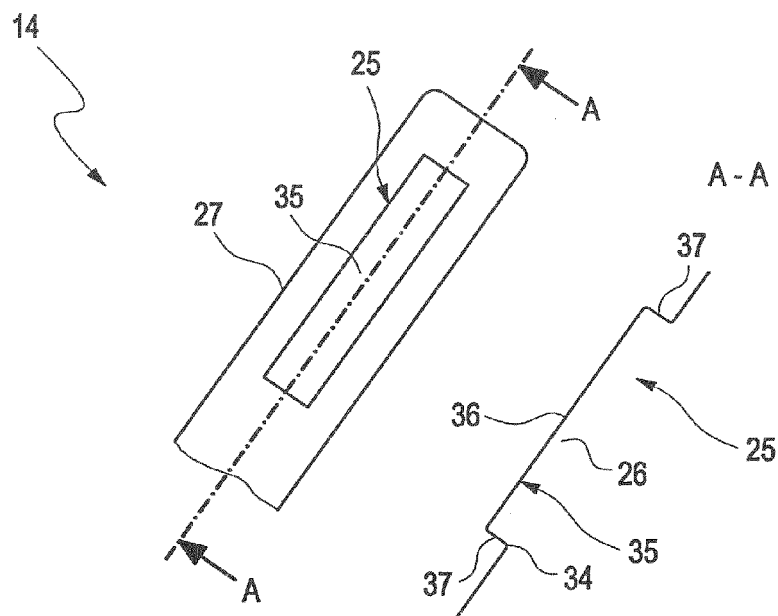


Fig. 14

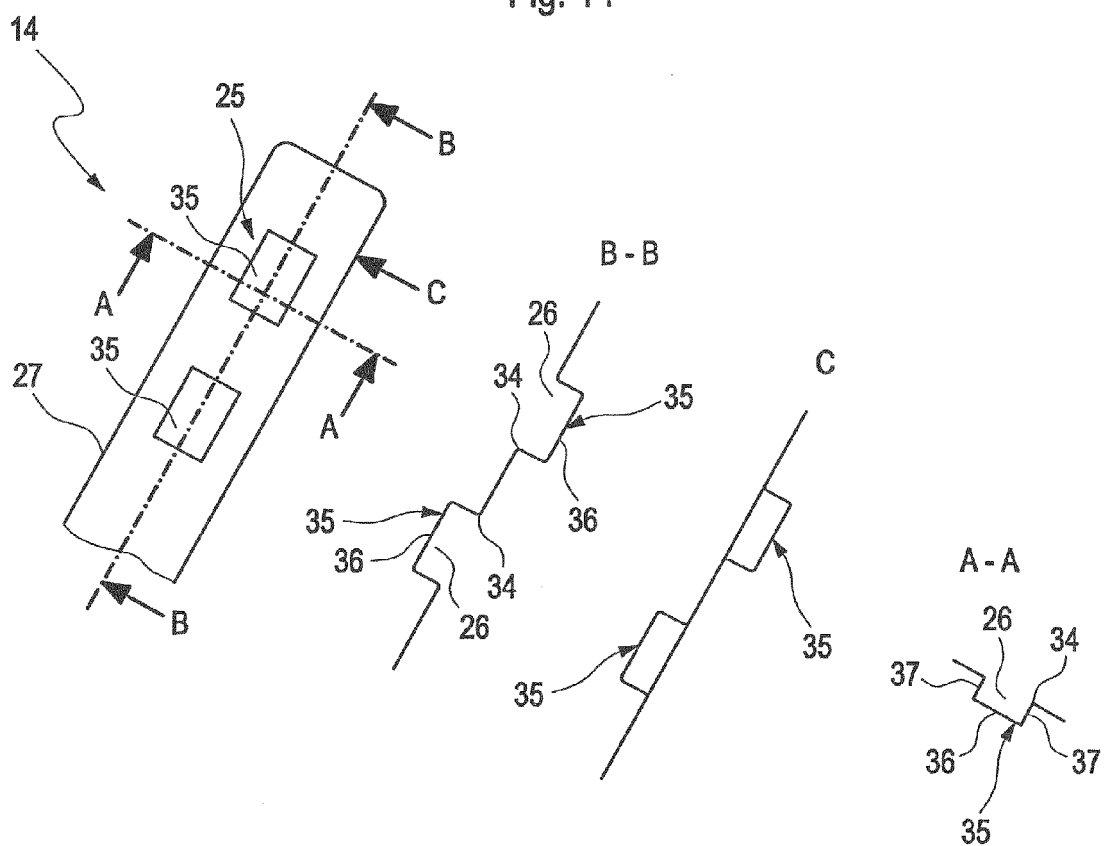


Fig. 15

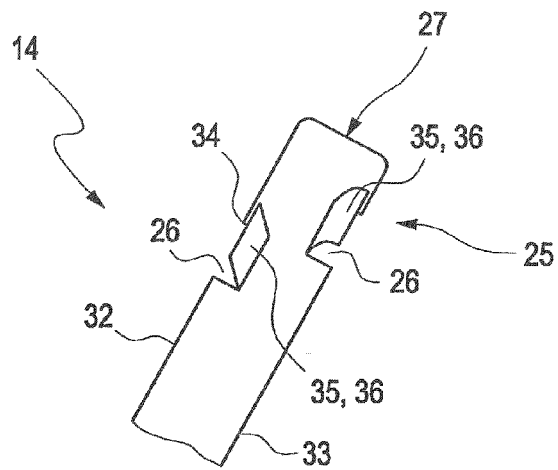


Fig. 16

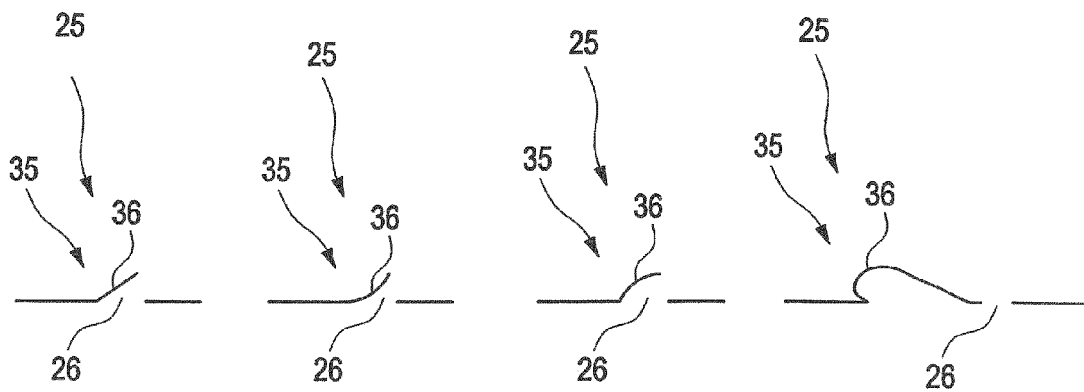


Fig. 17A

Fig. 17B

Fig. 17C

Fig. 17D

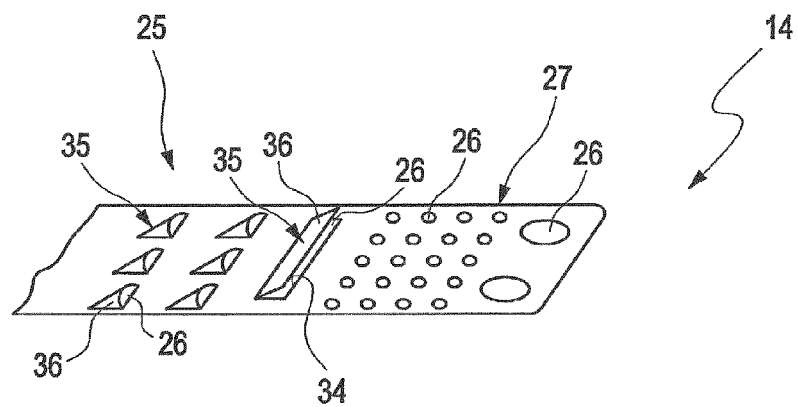


Fig. 18

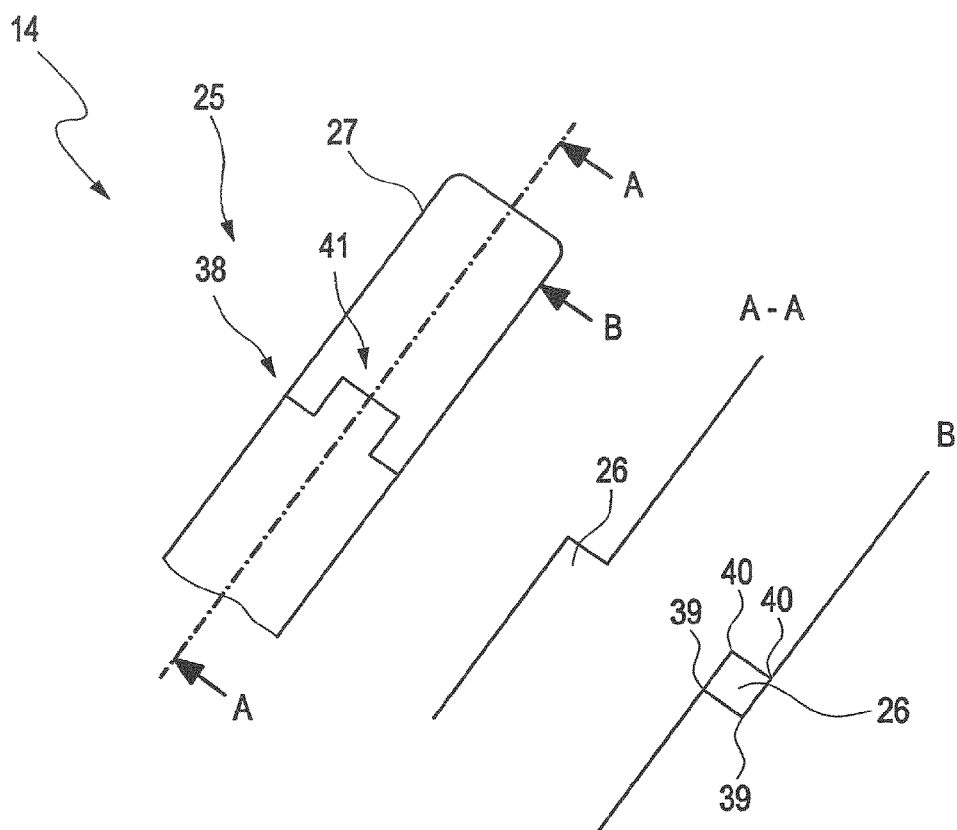


Fig. 19

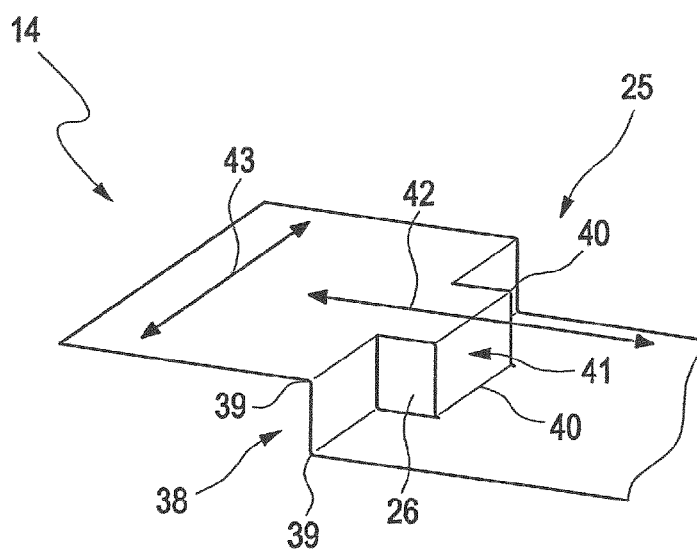


Fig. 20

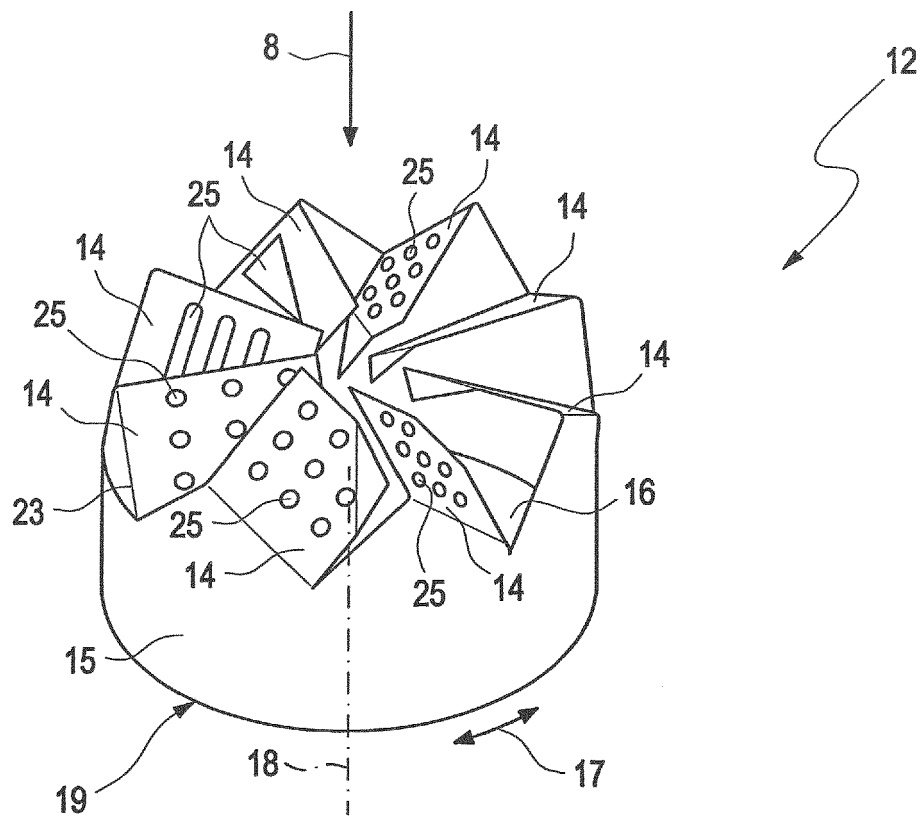


Fig. 2

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

- EP 1985356 A2 [0004]