



(10) **DE 60 2004 012 167 T3** 2018.08.16

(12) **Übersetzung der geänderten europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 803 909 B2**

(51) Int Cl.: **F01N 7/10** (2006.01)

(21) Deutsches Aktenzeichen: **60 2004 012 167.3**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **07 00 8152.6**

(96) Europäischer Anmeldetag: **24.11.2004**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **04.07.2007**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **27.02.2008**

(97) Veröffentlichungstag

des geänderten Patents beim EPA: **04.07.2018**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **16.08.2018**

Das Patent wurde im Einspruchsverfahren geändert.

(30) Unionspriorität:

2003400990 01.12.2003 JP

2004068275 11.03.2004 JP

2004068274 11.03.2004 JP

2004068276 11.03.2004 JP

2004068273 11.03.2004 JP

(73) Patentinhaber:

Nissan Motor Co., Ltd., Yokohama-shi, Kanagawa-ken, JP

(74) Vertreter:

Grünecker Patent- und Rechtsanwälte PartG mbB, 80802 München, DE

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, GB

(72) Erfinder:

Ashida, Masaaki, Yokohama-shi Kanagawa 245-0002, JP; Yi, Sunkee, 560-2, Okatsukoku, Atsugi-shi, Kanagawa 243-0192, JP; Inoue, Takao, 560-2, Okatsukoku, Atsugi-shi, Kanagawa 234-0192, JP; Mitsubishi, Shunichi, Isehara-shi Kanagawa 259-1116, JP

(54) Bezeichnung: **Abgaskrümmer für einen Verbrennungsmotor**

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG (in der Fassung v. 20.12.1991) vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

Hintergrund der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Abgasverteiler entsprechend des Oberbegriffsteiles des unabhängigen Anspruchs 1.

[0002] Solch ein Abgasverteiler ist aus der Druckschrift DE 197 45 269 A1 bekannt.

[0003] Die Japanische Patentanmeldung Nr. 10-317953 zeigt einen Abgasverteiler in einem Abgasystem für eine Bank eines V- 8 Motors. Der Abgaskrümmmer umfasst ein gerades Sammelrohr und vier Zweigrohre, die mit Abgasöffnungen der Zylinder verbunden sind. Die vier Zweigrohre sind parallel angeordnet und mit dem Sammelrohr so verbunden, dass ein oberer Umfang jedes Zweigrohrs mit einer Tangente an einem Oberteil des kreisförmigen Querschnitts des Sammelrohrs ausgefluchtet ist. Ferner ist jedes Zweigrohr unter einem Einmündungswinkel von $67,5^\circ$ oder weniger in das Sammelrohr zusammengeführt.

[0004] Eine Länge eines Abgaskanals von einer Abgasöffnung jedes Zylinders zu einem Auslass des Sammelrohrs unterscheidet sich jedoch von denjenigen der anderen Abgaskanäle anderer Zylinder, da die Längen der Zweigrohre im Wesentlichen gleich groß sind. Zum Beispiel ist der Abgaskanal für den Zylinder, der vom Auslass des Sammelrohrs am weitesten entfernt ist, das längste Rohr, während bei diesem Stand der Technik der Abgaskanal für den Zylinder dem Auslass des Sammelrohrs am nächsten gelegen ist. Wenn sich die Längen der Abgaskanäle wesentlich unterscheiden, überlagern sich Töne, deren Frequenz sich von der Abgasschwingung geringfügig unterscheidet, der Abgasschwingung. Dies verschlechtert die Tonqualität des Abgases, wobei dieses verschlechterte Abgas aufdringlich klingt. Da ferner die Einmündungswinkel der Zweigrohre gegenüber dem Sammelrohr verhältnismäßig groß sind, wird die Strömungsrichtung des Abgases im Sammelrohr stark geändert, weshalb ein Druckabfall des Abgaskanals so ansteigt, dass die Ausgangsleistung der Brennkraftmaschine beeinträchtigt wird. Vom Gesichtspunkt einer schnellen Aktivierung eines katalytischen Wandlers ist ferner zu bevorzugen, dass eine Gesamtlänge eines Abgaskrümmers so weit wie möglich verkürzt ist.

[0005] Es ist daher eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Abgassammelrohr wie oben angegeben zu verbessern, um einen Ausgleich und eine Verkürzung der Längen der Abgaskanäle der Zylinder und eine Verringerung des Druckabfalls selbst zu ermöglichen.

[0006] Die Aufgabe wird gemäß der vorliegenden Erfindung gelöst durch einen Abgaskrümmmer gemäß Anspruch 1.

[0007] Weitere bevorzugte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung sind in den weiteren Unteransprüchen wiedergegeben. Die vorliegende Erfindung wird in größerem Detail erläutert anhand von verschiedenen Ausführungen hiervon in Verbindung mit den beiliegenden Zeichnungen. Es zeigen:

Figurenliste

Fig. 1 ist eine Draufsicht eines Abgaskrümmers gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, gesehen aus einer nach oben gerichteten Position einer Brennkraftmaschine.

Fig. 2 ist eine Draufsicht des Abgaskrümmers gesehen aus einer seitlichen Position der Brennkraftmaschine.

Fig. 3 ist eine Seitenansicht des Abgaskrümmers.

Fig. 4 ist eine Schrägansicht des Abgaskrümmers.

Fig. 5 ist eine Bezugsansicht, die dreidimensional eine Oberfläche des Abgaskrümmers unter Verwendung von feinen Linien darstellt und **Fig. 1** entspricht.

Fig. 6 ist eine Bezugsansicht, die dreidimensional eine Oberfläche des Abgaskrümmers unter Verwendung von feinen Linien darstellt und **Fig. 3** entspricht.

Fig. 7 ist eine Bezugsansicht, die dreidimensional eine Oberfläche des Abgaskrümmers unter Verwendung von feinen Linien darstellt und **Fig. 3** entspricht.

Fig. 8 ist eine erläuternde Ansicht, die ein Konzept bezüglich einer Rohrlänge des Abgaskrümmers erläutert.

Fig. 9 ist eine vereinfachte strukturelle Ansicht des Abgaskrümmers.

Fig. 10 ist eine Projektion entlang dem Pfeil X in **Fig. 9**.

Fig. 11 ist eine graphische Darstellung einer Beziehung zwischen einem Schwenkwinkel θ , einem Zusammenführungswinkel α und einer Rohrlängenäquivalenz.

Fig. 12 ist eine Draufsicht des Abgaskrümmers gemäß einer zweiten Ausführungsform, die nicht Teil der vorliegenden Erfindung ist, gesehen aus einer nach oben gerichteten Position einer Brennkraftmaschine.

Fig. 13 ist eine Unteransicht des Abgaskrümmers von **Fig. 12**.

Fig. 14 ist eine Seitenansicht des Abgaskrümmers von **Fig. 12** gesehen aus einer Rückwärtsrichtung der Brennkraftmaschine.

Fig. 15 ist eine Seitenansicht des Abgaskrümmers von **Fig. 12** gesehen aus einer Vorwärtsrichtung der Brennkraftmaschine.

Fig. 16 ist eine Vorderansicht des Abgaskrümmers von **Fig. 12** gesehen aus einer seitlichen Richtung der Brennkraftmaschine.

Fig. 17 ist eine Schrägansicht des Abgaskrümmers von **Fig. 12** gesehen aus der schrägen Rückwärts- und Abwärtsrichtung der Brennkraftmaschine.

Fig. 18 ist eine auseinandergezogene Ansicht eines Zwischenrohrs und eines fünften Zylinderzweigrohrs zusätzlich zu einem ersten Zylinderzweigrohr und einem dritten Zylinderzweigrohr des Abgaskrümmers von **Fig. 12**, von dem ein Auslassrohr entfernt ist.

Fig. 19 ist eine auseinandergezogene Ansicht des Zwischenrohrs zusätzlich zum ersten Zylinderzweigrohr und zum dritten Zylinderzweigrohr des Abgaskrümmers von **Fig. 12**, von dem das fünfte Zylinderzweigrohr entfernt ist.

Fig. 20 ist eine auseinandergezogene Ansicht des ersten Zylinderzweigrohrs und des dritten Zylinderzweigrohrs des Abgaskrümmers von **Fig. 12**, von dem das Zwischenrohr entfernt ist.

Fig. 21 und **Fig. 22** sind Schrägansichten eines Einlassabschnitts 112a bzw. eines Auslassabschnitts 112b des Zwischenrohrs 112. Wie in **Fig. 21** gezeigt, ist an einen Mittelabschnitt des ovalen Einlassabschnitts 112a des Zwischenrohrs 112 eine Trennwand 121 so angeschweißt, dass der Einlassabschnitt 112a in einen θ -förmigen Abschnitt unterteilt ist, der durch zwei D-förmige Öffnungen gebildet ist.

Fig. 21 ist eine Schrägansicht eines Einlassabschnitts des in **Fig. 12** gezeigten Zwischenrohrs.

Fig. 22 ist eine Schrägansicht eines Auslassabschnitts des in **Fig. 12** gezeigten Zwischenrohrs.

Fig. 23 ist eine Schrägansicht eines Einlassabschnitts des in **Fig. 12** gezeigten Auslassrohrs.

Fig. 24 ist eine Schrägansicht eines Zustands, bei dem das Zwischenrohr mit dem Auslassrohr zusammengebaut ist.

Fig. 25 ist einen Querschnitt der Sammelabschnitte, die durch das Zwischenrohr und das Auslassrohr gebildet sind.

Fig. 26 ist eine Schrägansicht eines in **Fig. 12** gezeigten Montageflansches.

Fig. 27 ist eine Schrägansicht des ersten Zylinderzweigrohrs.

Fig. 28 ist eine Schrägansicht des dritten Zylinderzweigrohrs.

Fig. 29 eine Schrägansicht des fünften Zylinderzweigrohrs.

Fig. 30 ist eine vereinfachte strukturelle Ansicht des Abgaskrümmers der zweiten Ausführungsform.

Fig. 31 ist eine Projektion zur Erläuterung der Positionsbeziehung unter den Zweigrohren.

Fig. 32 ist eine Projektion zur Erläuterung einer Positionsbeziehung unter den abgeänderten Zweigrohren.

Fig. 33A und **Fig. 33B** sind erläuternde Ansichten, die die Funktion eines voluminösen Abschnitts erläutern, der an einem Sammelabschnitt des Abgaskrümmers vorgesehen ist.

Fig. 34 ist eine erläuternde Ansicht eines Sammelabschnitts des Abgaskrümmers gemäß einer dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

Fig. 35 ist ein Querschnitt der Sammelabschnitte, die durch ein Zwischenrohr und ein Auslassrohr des Abgaskrümmers gemäß einer vierten Ausführungsform gebildet sind, die nicht Teil der vorliegenden Erfindung ist.

Ausführliche Beschreibung der Erfindung

[0008] Die **Fig. 1** bis **Fig. 7** zeigen eine erste Ausführungsform eines Abgaskrümmers **1** zum Zusammenführen von Abgaskanälen von einer Zylindergruppe einer Sechszylinderbrennkraftmaschine vom V-Typ in einen Kanal gemäß der vorliegenden Erfindung. Der Abgaskrümmers **1** dient zum Zusammenführen von drei Abgaskanälen für drei Zylinder #1, #3 und #5, die an einer Zylindergruppe eines Zylinderkopfs **3** der V-6 Brennkraftmaschine in einen mit einem katalytischen Wandler **2** verbundenen Kanal dienen. **Fig. 1** ist eine Draufsicht des Abgaskrümmers **1** betrachtet aus einer Aufwärtsposition der V-6 Brennkraftmaschine. **Fig. 2** ist eine Unteransicht des Abgaskrümmers **1** betrachtet aus einer seitlichen Position der V-6 Brennkraftmaschine. **Fig. 3** ist eine Seitenansicht des Abgaskrümmers **1** betrachtet aus einer rückwärtigen Position der V-6 Brennkraftmaschine. **Fig. 4** ist eine Schrägansicht des Abgaskrümmers **1** betrachtet aus einer schrägen Rückwärts- und Aufwärtsposition der V-6 Brennkraftmaschine. Die **Fig. 5** bis **Fig. 7** sind Bezugsansichten, die eine Oberfläche des Abgaskrümmers **1** unter Verwendung von feinen Linien darstellen und jeweils den **Fig. 1** bis **Fig. 3** entsprechen.

[0009] Der Abgaskrümmers **1** umfasst folgendes: ein Hauptabgasrohr **11**, das sich von einer Abgasöffnung des ersten Zylinders #1 von der Brennkraftmaschine nach hinten erstreckt in Richtung einer Zylinderfol-

ge der gerade angeordneten Zylinder #1, #3 und #5, einen dritten Zylinderzweigabschnitt (Rohr) **12** entsprechend einem Nebenabgasrohr, das mit der Abgasöffnung des dritten Zylinders #3 verbunden ist, einen fünften Zylinderzweigabschnitt (Rohr) **13** entsprechend dem Nebenabgasrohr, das mit der Abgasöffnung des fünften Zylinders #5 verbunden ist, und einen Montageflansch **14** zum Verbinden des Abgaskrümmers **1** mit einer Seitenfläche des Zylinderkopfs **3**.

[0010] Ein stromauf gelegenes Ende des Hauptabgasrohrs **11** ist mit dem Montageflansch **14** verbunden, während ein stromab gelegenes Ende des Hauptabgasrohres **11** mit einem Wandlermontageflansch **15** verbunden ist gemäß **Fig. 5** bis **Fig. 7**. Ein stromauf gelegener Endabschnitt **11a**, der mit dem Montageflansch **14** verbunden ist, ist L-förmig gebogen. Das Hauptabgasrohr **11** mit dem Endabschnitt **11a** erstreckt sich dann zum katalytischen Wandler **2**, um im Wesentlichen den ersten Zylinder #1 und den katalytischen Wandler **2** mit der kürzesten Strecke zu verbinden. Im Einzelnen erstreckt sich das Hauptabgasrohr **11** gemäß **Fig. 2** in einer schrägen Richtung nach unten, da sich der katalytische Wandler **2** an einer unteren Position befindet verglichen mit einer Position des Zylinderkopfs **3**. Obwohl die Zeichnungen für die erste Ausführungsform zeigen, dass das Hauptabgasrohr **11** leicht einwärts gebogen ist in einem Bereich von einem längs gerichteten Mittelabschnitt zu einer stromab gelegenen Seite gemäß **Fig. 1**, ist die Einwärtsbiegung auf das benötigte Mindestmaß verringert.

[0011] Ein stromauf gelegenes Ende des dritten Zylinderzweigabschnitts **12** ist mit dem Montageflansch **14** verbunden, und ein stromab gelegenes Ende des dritten Zylinderzweigabschnitts **12** ist mit dem ersten Abgasrohr **11** an einem ersten Sammelabschnitt **21** verbunden. Der dritte Zylinderzweigabschnitt **12** ist beinahe C- oder U-förmig geformt. Ein stromauf gelegener Abschnitt **12a** des dritten Zylinderzweigabschnitts **12** ist so gekrümmt, dass er sich in einer Stromaufrichtung des ersten Abgasrohrs **11** erstreckt. Dann ist der dritte Zylinderzweigabschnitt **12** weiter gekrümmt von einer Überkreuzung mit dem ersten Abgasrohr **11** nach unten, um sich zu einer stromab gelegenen Seite des Hauptabgasrohrs **11** zu erstrecken. Ferner windet sich ein stromab gelegener Abschnitt **b** des dritten Zylinderzweigabschnitts **12** spiralförmig um einen Außenumfang des Hauptabgasrohrs **11** und ist mit dem Hauptabgasrohr **11** schräg zusammengeführt. Das heißt, der dritte Zylinderzweigabschnitt **12** ist als Windung in einer Mitte des Hauptabgasrohrs **11** geformt.

[0012] Ein stromauf gelegenes Ende des fünften Zylinderzweigabschnitts **13** ist mit dem Montageflansch **14** verbunden, und ein stromab gelegenes Ende des fünften Zylinderzweigabschnitts **13** ist mit dem Haupt-

abgasrohr **11** an einem zweiten Sammelabschnitt **22** verbunden, der stromab des ersten Sammelabschnitts **21** angeordnet ist. Ein fünfter Zylinderzweigabschnitt **13** ist auch beinahe C- oder U-förmig ausgebildet ähnlich demjenigen des dritten Zylinderzweigabschnitts **12**. Ein stromauf gelegener Abschnitt **13a** des fünften Zylinderzweigabschnitts **13** ist gekrümmt, um sich zu einem stromauf gelegenen Ende über dem Hauptabgasrohr **11** zu erstrecken. Insbesondere ist der Grad der Biegung zur Erstreckungsrichtung des stromauf gelegenen Abschnitts **13a** größer als derjenige des stromauf gelegenen Abschnitts **12a** des dritten Zylinderzweigabschnitts **12**, um die Erstreckungsrichtung zu der sich stromauf und oben erstreckenden Richtung weitgehend zu ändern. Dann ist der fünfte Zylinderzweigabschnitt **13** weiter gekrümmt von einer Überkreuzung mit dem Hauptabgasrohr **11** nach unten, um sich zu der stromab gelegenen Seite des Hauptabgasrohrs **11** zu erstrecken. Ferner windet sich ein stromab gelegener Abschnitt **13b** des fünften Zylinderzweigabschnitts **13** spiralförmig um den Außenumfang des Hauptabgasrohrs **11** und wird zum Hauptabgasrohr **11** schräg zusammengeführt. Das heißt, der fünfte Zylinderzweigabschnitt **13** ist als Windung in eine Mitte des Hauptabgasrohrs **11** geformt ähnlich wie bei dem dritten Zylinder **12**.

[0013] An einem ersten Sammelabschnitt **21** des Hauptabgasrohrs **11** und am dritten Zylinderzweigabschnitt **12** überquert eine Mittelachse des stromab gelegenen Endes des dritten Zylinderzweigabschnitts **12** schräg eine Mittelachse des Hauptabgasrohrs **11**. In ähnlicher Weise überquert am zweiten Sammelabschnitt **22** des Hauptabgasrohrs **11** und am fünften Zylinderzweigabschnitt **13** eine Mittelachse des stromab gelegenen Endes des fünften Zylinderzweigabschnitts **13** schräg eine Mittelachse des Hauptabgasrohrs **11**. Das heißt, der dritte Zylinderzweigabschnitt **12** und der fünfte Zylinderzweigabschnitt **13** werden zum Hauptabgasrohr **11** aus der schrägen Richtung zusammengeführt längs einer Strömung des Abgases im Hauptabgasrohr **11**. In den Zeichnungen für die erste Ausführungsform sind beide Einstromwinkel α der Mittelachsen gegenüber der Mittelachse des Hauptabgasrohrs **11** kleiner oder gleich 30° dargestellt. Die Definition des Einstromwinkels α ist in **Fig. 9** dargestellt.

[0014] In einem beispielhaften Abgaskrümmers, welcher als solcher nicht unter die beanspruchte Erfindung fällt, aber einem besseren Verständnis der selbigen dient, ist eine Rohrlänge des fünften Zylinderzweigabschnitts **13** länger als der dritte Zylinderzweigabschnitt **12**, und der fünfte Zylinderzweigabschnitt **13** windet sich um den Außenumfang des Hauptabgasrohrs **11** mit einem größeren Winkelbereich, der größer ist als derjenige des dritten Zylinderzweigabschnitts **12**. Diese Winkelbereiche werden anhand von **Fig. 9** und **Fig. 10** im Folgenden erläutert.

[0015] Fig. 9 zeigt eine vereinfachte strukturelle Ansicht des Abgaskrümmers 1. Wie oben erläutert, sind die als Nebenabgasrohre dienenden dritten und fünften Zylinderzweigabschnitte 12 und 13 so ausgebildet, dass sie sich um die Achse des Hauptabgasrohrs 11 winden. Obwohl der stromauf gelegene Abschnitt 11a L-förmig ausgebildet ist, ist ein Teil des Hauptabgasrohrs 11 mit den ersten und zweiten Sammelabschnitten 21 und 22 beinahe gerade. Eine Mittelachse dieses Teils des Hauptabgasrohrs 11 ist hier als Bezugsmittelachse L definiert.

[0016] Fig. 10 zeigt eine Projektion der Bezugsmittelachse L, gesehen von der Vorderseite der Brennkraftmaschine, insbesondere eine Ansicht in Richtung des Pfeils X in Fig. 9. Auf dieser Projektion ist folgendes dargestellt: eine erste Zylinderkanalerstreckungsrichtung, längs welcher sich der Endabschnitt 11a des Hauptabgasrohrs 11 erstreckt von der Bezugsmittelachse L zum Montageflansch 14, eine dritte Zylinderkanalerstreckungsachse einer Achse an einem Sammelabschnitt des stromab gelegenen Endes des dritten Zylinderzweigabschnitts 12, und eine fünfte Zylinderkanalerstreckungsrichtung #5D einer Achse an einem Sammelabschnitt des stromab gelegenen Endes des fünften Zylinderzweigabschnitts 13, die durch die Bezugszeichen #1D, #3D bzw. #5D dargestellt sind. Ein Schwenkwinkel θ_1 von der ersten Zylinderkanalerstreckungsrichtung #1D zur dritten Zylinderkanalerstreckungsrichtung #3D unterscheidet sich von einem Schwenkwinkel θ_2 von der ersten Zylinderkanalerstreckungsrichtung #1D zur fünften Zylinderkanalerstreckungsrichtung #5D, wobei gemäß Fig. 10 der Schwenkwinkel θ_2 größer als θ_1 ist. Diese Schwenkwinkel θ_1 und θ_2 entsprechen Schwenkwinkeln der ersten und zweiten Zweigabschnitte 12 bzw. 13 gegenüber dem Hauptabgasrohr 11.

[0017] Aufgrund dieser Differenz zwischen den Schwenkwinkeln θ_1 und θ_2 sind der dritte Zylinderzweigabschnitt 12 und der fünfte Zylinderzweigabschnitt 13 an im Winkel versetzten Position des Außenumfangs des Hauptabgasrohrs 11 verbunden. Selbst wenn die Einmündungswinkel α auf kleiner als 30° festgelegt sind, wird daher zwischen den dritten und fünften Zylinderzweigabschnitten 12 und 13 keine Wechselwirkung verursacht. Es wird mit anderen Worten möglich, die ersten und zweiten Sammelabschnitte 21 und 22 einander in Längsrichtung des Hauptabgasrohrs 11 zu nähern. Diese Anordnung des Abgaskrümmers 1 gemäß der vorliegenden Erfindung ist von Vorteil bei der Verkürzung der Gesamtlänge des Abgaskrümmers 1 und für den Ausgleich der Abgasrohrängen für die jeweiligen Zylinder.

[0018] Vorzugsweise werden die Schwenkwinkel θ_1 im Bereich von 90° bis 180° und der Schwenkwinkel θ_2 auf einen Winkel festgelegt, der größer als

der Schwenkwinkel θ_1 ist, um eine Wechselwirkung mit dem Zylinderkopf 3 zu vermeiden und um ausreichend die Rohrlänge des dritten Zylinderzweigabschnitts 12 zu gewährleisten. Insbesondere sind bei der ersten Ausführungsform der Schwenkwinkel θ_1 in einem Bereich von 150° bis 170° und der Schwenkwinkel θ_2 in einem Bereich von 170° bis 190° festgelegt.

[0019] Mit Bezug auf Fig. 8 ist ein Konzept einer Rohrlänge des Abgaskrümmers 1 diskutiert, das zum Zusammenführen von drei Abgasleitungen von drei Zylindern in eine Leitung dient. Es kann in Betracht gezogen werden, dass der Abgaskrümmers 1 durch Rohre mit Längen a bis e gemäß Fig. 8 gebaut ist. Ferner kann in Betracht gezogen werden, dass ein Zwischenraumabschnitt stromauf eines Katalysators in einem Gehäuse des katalytischen Wandlers 2 einer Länge f in Fig. 8 entspricht und ein Teil der Gesamtrohrlänge zum Katalysator ist. Die Rohrlänge für den ersten Zylinder #1, der sich vom katalytischen Wandler 2 am weitesten entfernt befindet, beträgt a + d + e + f. Vom Gesichtspunkt der Auswertung einer Temperatur-Anstiegscharakteristik des katalytischen Wandlers 2, der mit drei Zylindern #1, #3 und #5 verbunden ist, wird eine Gesamtlänge der Kanäle für drei Zylinder #1, #3 und #5 angewendet. Das heißt, die Gesamtlänge aller Kanäle beträgt a + b + c + d + e + f. Vom Gesichtspunkt einer schnellen Aktivierung des katalytischen Wandlers 2 wird die Gesamtlänge vorzugsweise soweit wie möglich verkürzt. Der Abgaskrümmers 1 der ersten Ausführungsform ist unter der Voraussetzung gebaut, dass er sich für eine Brennkraftmaschine eignet, die einen Gesamthubraum von 2500 cc bis 3000 cc hat. Bei der ersten Ausführungsform gemäß der vorliegenden Erfindung, ist es möglich, die Gesamtlänge des Abgaskrümmers 1 innerhalb von 900 mm festzulegen, um die Temperatur des katalytischen Wandlers 2 nach dem Starten der Brennkraftmaschine schnell zu erhöhen.

[0020] Bei dem Abgaskrümmers 1 der ersten Ausführungsform gemäß der vorliegenden Erfindung wird es möglich, die Temperatur-Anstiegscharakteristik des katalytischen Wandlers zu verbessern durch ausreichendes Verkürzen der gesamten Rohrlänge des Abgaskrümmers 2. Es wird gleichzeitig möglich, den Abgaston des Abgaskrümmers 1 zu verbessern durch Ausgleichen der Rohrlängen für die jeweiligen Zylinder. Ferner ist der Abgaskrümmers 1 in der Lage, die Einmündungswinkel α klein festzulegen, weshalb der Luftstromwiderstand des Abgaskrümmers 1 herabgesetzt werden kann, um den volumetrischen Wirkungsgrad während einer Fahrt mit hoher Geschwindigkeit zu verbessern, und um die Abgaswechselwirkung während einer Fahrt mit mittlerer Geschwindigkeit zu verbessern.

[0021] Vom Gesichtspunkt einer Herabsetzung des Luftstromwiderstands eines Abgaskrümmers wird im

Allgemeinen und vorzugsweise der Bedingung $R/D \geq 1.1$ genügt, wobei D ein Durchmesser eines Kanals und R ein Krümmungsradius an einem gebogenen Abschnitt des Kanals sind. Da der Abgaskrümmmer **1** gemäß der vorliegenden Erfindung keinen gebogenen Abschnitt mit einem extrem kleinen Krümmungsradius hat, genügt der Abgaskrümmmer **1** nach der vorliegenden Erfindung leicht der obigen Bedingung $R/D \geq 1.1$.

[0022] Fig. 11 zeigt zu Veranschaulichungszwecken eine Beziehung zwischen den Schwenkwinkeln θ_1 und θ_2 der dritten und fünften Zylinderzweigabschnitte **12** und **13**, dem Einmündungswinkel α und dem Grad der Rohrlängenäquivalenz, was von dem Schutzzumfang der beanspruchten Erfindung abweicht, da es sich auf die Differenzen der Rohrlängen für die ersten, dritten und fünften Zylinder #1, #3 und #5 bezieht. Hier sind die Schwenkwinkel θ_1 und θ_2 Schwenkwinkel θ genannt. Gemäß Fig. 11 nähert sich die Differenz der Rohrlängen dem Wert **0**, wenn der Schwenkwinkel θ zunimmt, und die Differenz nimmt zu, wenn der Schwenkwinkel θ abnimmt. Vom Gesichtspunkt der Rohrlängenäquivalenz wird eine untere Grenze θ_a des Schwenkwinkels θ festgelegt. Unter der Bedingung, dass die Rohrlängen des dritten Zylinderzweigabschnitts **12** und des fünften Zylinderzweigabschnitts **13** gemäß erteiltem Anspruch **1** konstant sind, besteht andererseits die Tendenz, dass der Einmündungswinkel α zunimmt, wenn der Schwenkwinkel θ zunimmt. Vom Gesichtspunkt des Einmündungswinkels α wird eine obere Grenze θ_b des Schwenkwinkels θ festgelegt. Um dem Einstromwinkel α und der Rohrlängenäquivalenz zu genügen, werden die Schwenkwinkel θ_1 und θ_2 innerhalb des Bereichs vom Winkel θ_a bis Winkel θ_b begrenzt.

[0023] In Fig. 12 bis Fig. 17 ist ein erläuterndes Beispiel eines Abgaskrümmers **101** gezeigt, welches nicht gemäß der beanspruchten Erfindung ist, der zum Zusammenführen der Abgasöffnungen einer Zylindergruppe einer V-6 Brennkraftmaschine dient. Im Einzelnen sind an einer Zylindergruppe eines Zylinderkopfs **102** der V-6 Brennkraftmaschine **3** Abgasöffnungen von drei Zylindern #1, #3 und #5 vorgesehen und zu einem Kanal zusammengeführt, der mit einem nicht gezeigten katalytischen Wandler verbunden ist. Fig. 12 ist eine Draufsicht des Abgaskrümmers **101** gesehen aus einer oberen Position der V-6 Brennkraftmaschine. Fig. 13 ist eine Untersicht des Abgaskrümmers **101** gesehen aus einer unteren Position der V-6 Brennkraftmaschine. Fig. 14 ist eine Seitenansicht des Abgaskrümmers **101** gesehen aus einer hinteren Position der V-6 Brennkraftmaschine. Fig. 15 ist eine Seitenansicht des Abgaskrümmers **101** gesehen aus einer vorderen Position der V-6 Brennkraftmaschine. Fig. 16 ist eine Vorderansicht des Abgaskrümmers **101** gesehen aus einer seitlichen Position der V-6 Brennkraftmaschine. Fig. 17

ist eine Schrägansicht des Abgaskrümmers **1** gesehen aus einer Position der V-6 Brennkraftmaschine schräg von oben.

[0024] Der Abgaskrümmmer **101** umfasst ein Hauptabgasrohr (Kanal) und zwei Nebenabgasrohre (Kanäle). Das Hauptabgasrohr erstreckt sich von der Abgasöffnung des Zylinders #1 zur Rückseite der Brennkraftmaschine in Richtung der Anordnung der Zylinder #1, #3 und #5. Eines der Nebenabgasrohre erstreckt sich von der Abgasöffnung des dritten Zylinders #3 zum Hauptabgasrohr und ist mit dem Hauptabgasrohr verbunden. Das andere der Nebenabgasrohre erstreckt sich von der Abgasöffnung des fünften Zylinders #5 zum Hauptabgasrohr, und ist mit einem stromab gelegenen Abschnitt des Hauptabgasrohrs verbunden, verglichen mit dem Verbindungsabschnitt des Nebenabgasrohrs des dritten Zylinders #3.

[0025] Im Einzelnen ist das Hauptabgasrohr gebildet durch: ein erstes Zylinderzweigrohr **111**, das mit der Abgasöffnung des ersten Zylinders #1 verbunden ist, ein Zwischenrohr **112**, das einen ersten voluminösen Abschnitt bildet, und ein Auslassrohr **113**, das einen zweiten voluminösen Abschnitt bildet und einen Flansch **114** enthält. Das Nebenabgasrohr des dritten Zylinders #3 ist durch ein drittes Zylinderzweigrohr **115** gebildet, das mit dem Abgasabschnitt für den dritten Zylinder #3 verbunden ist. Das Nebenabgasrohr für den fünften Zylinder #5 ist gebildet durch ein fünftes Zylinderzweigrohr **116**, das mit dem Abgasabschnitt des fünften Zylinders #5 verbunden ist. Der Flansch **114** des Auslassrohres **113** ist mit einem den katalytischen Wandler enthaltenden Rohr verbunden.

[0026] Ein Montageflansch **117** zum Verbinden des Abgaskrümmers **101** mit einer Seitenfläche des Zylinderkopfs **102** ist an stromauf gelegene Enden der jeweiligen Zweigrohre **111**, **115** und **116** geschweißt. Fig. 26 ist eine Schrägansicht, die den Montageflansch **117** allein zeigt. Gemäß Fig. 26 ist der Montageflansch **117** eine flache Platte, die folgendes aufweist: drei ovale Öffnungen **118** für Abgasöffnungen der jeweiligen Zylinder #1, #3 und #5, zwei Gewichtsreduktionsöffnungen **120** zwischen den ovalen Öffnungen **118** und eine Mehrzahl von kleinen Löchern **119**, durch die eine Mehrzahl von Schrauben eingesetzt und angezogen ist zum Fixieren des Montageflansches **117** am Zylinderkopf **102**. Die drei ovalen Öffnungen **118** sind in der Vorwärts- und Rückwärtsrichtung der Brennkraftmaschine langgestreckt, während die Gewichtsreduktionsöffnungen **120** in der senkrechten Richtung der Brennkraftmaschine langgestreckt sind. Die stromauf gelegenen Enden der Zweigrohre **111**, **115** und **116** sind in die drei Öffnungen **118** jeweils eingesetzt und fest an den Montageflansch **117** geschweißt.

[0027] Das Hauptabgasrohr, das durch das erste Zweigrohr **111**, das Zwischenrohr **112** und das Aus-

lassrohr **113** gebildet ist, ist an seinem stromauf gelegenen Ende L-förmig gebogen, und erstreckt sich dann von der Abgasöffnung des ersten Zylinders #1 zum Flansch **114**, der mit einem vorderen Rohr des katalytischen Wandlers verbunden ist, um sich im Wesentlichen gerade auf der kürzesten Strecke zu erstrecken. Im Einzelnen erstreckt sich das erste Abgasrohr schräg nach unten gemäß **Fig. 16**, da sich das vordere Rohr zu einem Unterboden des Fahrzeugs erstreckt. Obwohl die Zeichnungen für das erste erläuternde Beispiel zeigen, dass das Auslassrohr **113** leicht einwärts in einem Bereich von einem längs verlaufenden Mittelteil zu einer stromab gelegenen Seite gebogen ist, ist aufgrund der Beschränkungen der Beziehung zu anderen Teilen am Fahrzeug die Einwärtsbiegung auf das erforderliche Minimum verringert.

[0028] Jedes der ersten, dritten und fünften Zylinderzweigrohre **111**, **115** und **116** ist in einer vorgegebenen Form ausgebildet, die einen speziellen gebogenen Abschnitt und einen speziellen Querschnitt hat, durch Bearbeiten eines Metallrohrs mit Hilfe von hydraulischer Formgebung oder dergleichen. Der stromauf gelegene Endabschnitt des ersten Zylinderzweigrohrs **111** ragt aus dem Montageflansch **117** schräg nach hinten. **Fig. 27** ist eine Schrägansicht des ersten Zylinderzweigrohrs **111** allein. Ein stromauf gelegenes Ende **111d** des ersten Zylinderzweigrohrs **111**, das mit dem Montageflansch **117** verbunden ist, hat einen der Öffnung **118** entsprechenden ovalen Querschnitt. Ein stromab gelegener Endabschnitt **111b** hat einen D-förmigen Querschnitt.

[0029] Ein Zwischenrohr **112** ist als kurzer Zylinder ausgebildet, dessen Durchmesser allmählich abnimmt von einer stromauf gelegenen Seite zu einer stromab gelegenen Seite, und der einen ovalen Einlassabschnitt **112a** und einen D-förmigen Auslassabschnitt **112b** hat. Der stromab gelegene Endabschnitt **111b** des ersten Zylinderzweigrohrs **111** ist gerade verbunden mit und geschweißt an den Einlassabschnitt **112a** des Zwischenabschnitts **112**, insbesondere an einer Seite in der Nähe des Zylinderkopfs **102** im Einlassabschnitt **112a**, betrachtet vom Zylinderkopf **102** von oben. Das Auslassrohr **113** hat die Form eines Zylinders mit einem ovalen Einlassabschnitt **113a** und einem kreisförmigen Auslass, der mit einem vorderen Rohr verbunden ist, das mit dem Flansch **114** verbunden ist und seinen Querschnitt allmählich ändert von einem zusammengedrückten Kreis (oval) zu einem Kreis. Der Auslassabschnitt **112b** des Zwischenrohrs **112** ist gerade verbunden mit und geschweißt an den Einlassabschnitt **113a** des Auslassrohrs **113**, insbesondere an einer Seite in Nähe des Zylinderkopfs **102**, betrachtet von einem Oberteil des Zylinderkopfs **102**. Ein Ende des Auslassabschnitts **112b** des Zwischenrohrs **112**, das mit dem Einlassabschnitt **113a** des Auslassrohrs **113** verbunden ist, ist zu einem D-förmigen Querschnitt geformt.

[0030] Im Gegensatz hierzu ist das dritte Zylinderzweigrohr **115** C- oder U-förmig gebogen. Insbesondere ragt der stromauf gelegene, mit dem Montageflansch **117** verbundene Abschnitt **115a** vom Montageflansch **117** nach oben und schräg nach vorn bezüglich der Brennkraftmaschine. Ein Zwischenabschnitt **115b** des dritten Zylinderzweigrohrs **115** überquert das erste Zylinderzweigrohr **111** und ist so nach unten gebogen, dass es sich um den Außenumfang des ersten Zylinderzweigrohrs **111** windet. Das dritte Zylinderzweigrohr **115** ist nach unten und in die Stromabrichtung gebogen. Ein stromab gelegener Endabschnitt **115G** des dritten Zylinderzweigrohrs **115** befindet sich neben dem stromab gelegenen Endabschnitt **111b** des ersten Zylinderzweigrohrs **111**. Der stromab gelegene Endabschnitt **115c** ist gerade verbunden mit und geschweißt an den Einlassabschnitt **112a** des Zwischenrohrs **112**, insbesondere an einer vom Zylinderkopf **102** abgelegenen Seite, gesehen vom Oberteil des Zylinderkopfs **102**. Das heißt, das als Nebenabgasrohr dienende dritte Zylinderzweigrohr **115** erstreckt sich vom Auslassabschnitt des dritten Zylinders #3 so, dass es sich in eine Mitte des ersten Zylinderzweigrohrs **111** windet und mit einer von der Brennkraftmaschine entfernten Seite des ersten Zylinderzweigrohrs **111** zusammengeführt ist, das als Hauptabgasrohr dient. Hier ist die Rohrlänge des dritten Zylinderzweigrohrs **115** so festgelegt, dass sie gleich der Länge des ersten Zylinderzweigrohrs **111** ist. **Fig. 28** ist eine Schrägansicht des dritten Zylinderzweigrohrs **115** allein. Ein stromauf gelegenes Ende **115d** des dritten Zylinderzweigrohrs **115**, das mit dem Montageflansch **117** verbunden ist, hat einen der Öffnung **118** entsprechenden ovalen Querschnitt, und der stromab gelegene Endabschnitt **115c** des dritten Zylinderzweigrohrs **115** hat einen D-förmigen Querschnitt.

[0031] **Fig. 20** ist eine auseinander gezogene Ansicht und zeigt das erste Zylinderzweigrohr **111** und das dritte Zylinderzweigrohr **115**, von dem das Zwischenrohr entfernt ist. **Fig. 21** und **Fig. 22** sind Schrägansichten des Einlassabschnitts **112a** bzw. des Auslassabschnitts **112b** des Zwischenrohrs **112**. Gemäß **Fig. 21** ist an einen Mittelabschnitt des ovalen Einlassabschnitts **112a** des Zwischenrohrs **112** eine Trennplatte **121** so geschweißt, dass der Einlassabschnitt **112a** in einen θ -förmigen Abschnitt unterteilt ist, der durch zwei D-förmige Öffnungen gebildet ist. Der stromab gelegene Endabschnitt **111b** des ersten Zylinderzweigrohrs **111** ist in eine D-förmige Öffnung des Einlassabschnitts **112a** eingesetzt und daran angeschweißt. Ferner ist der stromab gelegene Endabschnitt **115b** des dritten Zylinderzweigrohrs **115** in die andere D-förmige Öffnung des Einlassabschnitts **112a** eingesetzt und daran angeschweißt. Ein Endumfang des Einlassabschnitts **112a** ist in einen Eingriffsabschnitt **112c** so geformt, dass ein Durchmesser des Eingriffsabschnitts **112c** stufenweise vergrößert ist verglichen mit dem Durchmes-

ser des folgenden Abschnitts des Einlassabschnitts **112a**. Durch diese Anordnung sind die stromab gelegenen Endabschnitte **111b** und **115b** in Eingriff mit einer Innenfläche des Eingriffsabschnittes **112c**, um dessen Positionierung in axialer Richtung zu erzielen.

[0032] Das fünfte Zylinderzweigrohr **116** ist auch C- oder U-förmig gebogen. Im Einzelnen ragt der mit dem Montageflansch **117** verbundene und stromauf gelegene Abschnitt **116a** vom Montageflansch **117** gegenüber der Brennkraftmaschine nach oben und schräg nach vorn. Der Zwischenabschnitt **116b** des fünften Zylinderzweigrohrs **116** kreuzt das Zwischenrohr **112** und ist nach unten gebogen, um sich um den Außenumfang des Zwischenrohrs **112** zu winden. Dann ist das fünfte Zylinderzweigrohr **116** nach unten und in Richtung stromab gebogen. Ein stromab gelegener Endabschnitt **116G** des fünften Zylinderzweigrohrs **116** befindet sich neben dem stromab gelegenen Endabschnitt **112b** des Zwischenrohrs **112**. Der stromab gelegene Endabschnitt **116c** ist gerade verbunden mit und geschweißt an den Einlassabschnitt **113a** des Auslassrohrs **113**, insbesondere an einer Seite, die vom Zylinderkopf **102** entfernt ist, betrachtet von einem Oberteil des Zylinderkopfs **102**. Das heißt, das fünfte Zylinderzweigrohr **116**, das als Nebenabgasrohr dient, erstreckt sich vom Auslassabschnitt des fünften Zylinders #5, um sich in eine Mitte des Zwischenrohrs **112** zu winden, und ist mit einer von der Brennkraftmaschine entfernt gelegenen Seite des Zwischenrohrs **112** zusammengeführt, das als Nebenabgasrohr dient. Hierbei ist das fünfte Zylinderzweigrohr **116** so gebogen, dass es weit nach vorn und oben ragt, verglichen mit dem dritten Zylinderrohr **115**. Dementsprechend ist die Rohrlänge des fünften Zylinderrohrs **116** größer festgelegt als die Rohrlänge des dritten Zylinderrohrs **115**. Im Einzelnen ist die Rohrlänge des fünften Zylinderrohrs **116** um eine Rohrlänge des Zwischenrohrs **112** größer als die Rohrlänge des dritten Zylinderzweigrohrs **115**. Diese Anordnung gleicht die Rohrlängen der Abgaskanäle für die ersten, dritten und fünften Zylinder #1, #3 und #5 im Wesentlichen aus, wobei jede Rohrlänge eine Länge ist von der Abgasöffnung jedes Zylinders zum vorderen Rohrverbindungsflansch **114**. Daher erfüllt der Abgaskrümmter **101** des ersten erläuternden Beispiels dieses Erfordernis, um vorzugsweise die Tonqualität des Abgastons zu verbessern. **Fig. 29** ist eine Schrägansicht, die das fünfte Zylinderzweigrohr **116** allein zeigt. Ein stromauf gelegenes Ende **116d** des dritten Zylinderzweigrohrs **116**, das mit dem Montageflansch **117** verbunden ist, hat einen der Öffnung **118** entsprechenden ovalen Querschnitt, während der stromab gelegene Endabschnitt **116c** des fünften Zylinderzweigrohrs **116** einen D-förmigen Querschnitt hat.

[0033] **Fig. 18** ist eine auseinander gezogene Ansicht des Zwischenrohrs **112** und des fünften Zylinderzweigrohrs **116** zusätzlich zum ersten Zylinder-

zweigrohr **111** und zum dritten Zylinderzweigrohr **115**, von dem das Auslassrohr **113** entfernt ist. **Fig. 19** ist eine auseinander gezogene Ansicht des Zwischenrohrs **112** zusätzlich zum ersten Zylinderzweigrohr **111** und zum dritten Zylinderzweigrohr **115**, von dem das fünfte Zylinderzweigrohr **116** weiterhin entfernt ist.

[0034] Ferner ist **Fig. 23** eine Schrägansicht des Einlassabschnitts des Auslassrohrs **113**, und **Fig. 24** ist eine Schrägansicht eines Zustands, bei dem das Zwischenrohr **112** mit dem Auslassrohr **113** zusammengebaut ist. Gemäß **Fig. 22** ist eine Trennplatte **122** an einen Zwischenabschnitt geschweißt, der von einer Mitte des ovalen Einlassabschnitts **113a** des Auslassrohrs **113** versetzt ist, so dass der Einlassabschnitt **113a** in einen θ -förmigen Abschnitt unterteilt ist, der durch zwei D-förmige Öffnungen gebildet ist. Der stromab gelegene Endabschnitt **112b** des Zwischenrohrs **112** ist in die große D-förmige Öffnung des Einlassabschnitts **112a** eingesetzt und daran angeschweißt. Ferner ist der stromab gelegene Endabschnitt **116b** des fünften Zylinderzweigrohrs **116** in die kleine D-förmige Öffnung des Einlassabschnitts **112** eingesetzt und daran angeschweißt. Ein Endumfang des Einlassabschnitts **113a** ist zu einem Eingriffsabschnitt **113c** so ausgebildet, dass ein Durchmesser des Eingriffsabschnitts **112c** stufenweise vergrößert ist verglichen mit dem Durchmesser des folgenden Abschnitts des Einlassabschnitts **113a**. Durch diese Anordnung sind die stromab gelegenen Endabschnitte **112b** und **116b** in Eingriff mit einer Innenfläche des Eingriffsabschnittes **113c**, um dessen Positionierung in axialer Richtung zu erzielen. Wie aus **Fig. 24** ersichtlich ist, ist der ovale Einlassabschnitt **113a** des Auslassrohrs **113** so angeordnet, dass eine Abmessung längs einer kleineren Achse des ovalen Einlassabschnitts **113a** ungefähr gleich ist derjenigen des Einlassabschnitts **112** des Zwischenrohrs **112**, und dass eine Abmessung längs einer größeren Achse des ovalen Einlassabschnitts **113a** größer, ist als diejenige des Einlassabschnitts **112** des Zwischenrohrs **112**.

[0035] **Fig. 25** ist ein Querschnitt eines Zusammenführungsabschnitts des Zwischenrohrs **112** und des Auslassrohrs. Gemäß **Fig. 25** ist das durch das dritte Zylinderzweigrohr **115** gebildete Nebenabgasrohr zusammengeführt mit dem Hauptabgasrohr, das gebildet ist aus dem ersten Zylinderzweigrohr **111**, dem Zwischenrohr **112** und dem Auslassrohr **113** am Einlassabschnitt **112a** des Zwischenrohrs **112**. Ein Innenraum des Zwischenrohrs **112** ist ein erster voluminöser Abschnitt **131** mit einem Raum für ausreichend dämpfende Frequenzkomponenten mit Ausnahme von Grundfrequenzkomponenten des Abgastons. Mit anderen Worten, ein Kanal des ersten Zylinderzweigrohrs **111** und ein Kanal des dritten Zylinderzweigrohrs **115** sind am ersten voluminösen Abschnitt **131** zusammengeführt, der durch das Zwi-

schenrohr **112** gebildet ist. Hier sind eine Mittelachse L1 am stromab gelegenen Abschnitt **111b** des ersten Zylinderzweigrohrs **111** und eine Mittelachse L3 am stromab gelegenen Abschnitt **115c** des dritten Zylinderzweigrohrs **115** parallel zueinander verlegt. Demnach beträgt der Einströmwinkel dazwischen im Wesentlichen 0° . Ferner ist eine Länge eines Bereichs, wo der stromab gelegene Endabschnitt **111b** des ersten Zylinderzweigrohrs **111** und eine Mittelachse L3 am stromab gelegenen Abschnitt **115c** des dritten Zylinderzweigrohrs **115** parallel sind, auf eine geeignete Länge festgelegt, so dass der Strom des Abgases, das aus den ersten und dritten Zylinderrohren **111** und **115** strömt, im ersten voluminösen Abschnitt **131** keine spiralförmige Strömung erzeugt. Ein Kanalquerschnitt des Zwischenrohrs **112**, das als erster voluminöser Abschnitt **131** dient, ist so festgelegt, dass er ausreichen größer ist als jeder Kanalquerschnitt jedes der ersten und zweiten Zweigrohre **111** und **115**.

[0036] Das durch das fünfte Zylinderzweigrohr **116** gebildete Nebenabgasrohr ist am Einlassabschnitt **113a** des Auslassrohrs **113** mit dem Hauptabgasrohr zusammengeführt, das gebildet ist durch das erste Zylinderzweigrohr **111**, das Zwischenrohr **112** und das Auslassrohr **113**. Ein innerer Raum eines stromauf gelegenen Abschnitts des Zwischenrohrs **113** ist ein zweiter voluminöser Abschnitt **132** mit einem Raum an ausreichend dämpfenden Frequenzkomponenten des Abgastons. Mit anderen Worten, ein Kanal des Zwischenrohrs **112** und ein Kanal des fünften Zylinderzweigrohrs **116** sind am zweiten voluminösen Abschnitt **132** zusammengeführt, der durch das Auslassrohr **113** gebildet ist. Hier sind eine Mittelachse L4 am stromab gelegenen Abschnitt **112b** des Zwischenrohrs **112** und eine Mittelachse L5 am stromab gelegenen Abschnitt **116c** des fünften Zylinderzweigrohrs **116** parallel zueinander verlegt. Folglich beträgt der Einströmwinkel dazwischen im Wesentlichen 0° . Ferner wurde die Länge eines Bereichs, wo der stromab gelegene Abschnitt **112b** des Zwischenrohrs **112** und der stromab gelegene Abschnitt **116c** des fünften Zylinderzweigrohrs **116** parallel sind, auf eine geeignete Länge so festgelegt, dass die Strömung des Abgases aus dem Zwischenrohr **112** und dem fünften Zylinderrohr **116** keine spiralförmige Strömung im zweiten voluminösen Abschnitt **132** erzeugt. Ein Kanalquerschnitt des als zweiter voluminöser Abschnitt **132** dienenden Auslassrohrs **113** ist ausreichend größer festgelegt als jeder Kanalquerschnitt des Zwischenrohrs **112** und des fünften Zylinderzweigrohrs **116**. Der Kanalquerschnitt des Auslassrohrs **113** nimmt allmählich ab vom Einlassabschnitt **113a** in Richtung stromab. Der zweite voluminöse Abschnitt **132**, der gebildet ist als stromauf gelegener Abschnitt stromauf einer Linie LS in **Fig. 25**, hat ein Volumen, das größer ist, als dasjenige des ersten voluminösen Abschnitts **131**, der sich

stromauf des zweiten voluminösen Abschnitts **132** befindet.

[0037] **Fig. 30** zeigt ein Kanalstrukturmodell des Abgaskrümmers **101** des ersten erläuternden Beispiels. Wie oben erläutert, ist das Hauptabgasrohr gebildet durch das erste Zylinderzweigrohr **11**, das Zwischenrohr **112** und das Auslassrohr **113** und erstreckt sich gerade vom ersten Zylinder #1 insgesamt nach hinten. Das dritte Zylinderzweigrohr **115** und das fünfte Zylinderzweigrohr **116** winden sich um das Hauptabgasrohr. Die Einströmwinkel α der ersten und zweiten Zylinderzweigrohre **115** und **116** gegenüber dem Hauptabgasrohr betragen im Wesentlichen 0° .

[0038] Mit dem Abgaskrümmers **101** des ersten erläuternden Beispiels, da das dritte Zylinderzweigrohr **115** und das fünfte Zylinderzweigrohr **116** so angeordnet sind, dass sie sich um den Umfang des Hauptabgasrohrs winden, wird es möglich, die Rohrlängen der Abgaskanäle anzugleichen, die sich von den Auslassöffnungen der jeweiligen Zylinder #1, #3 und #5 zum vorderen Rohrverbindungsflansch **114** erstrecken, und die Tonqualität des Abgastons zu verbessern. Da erste und zweite voluminöse Abschnitte **131** und **132** am Zusammenführungsabschnitt des dritten Zylinderzweigrohrs **115** zum Hauptabgasrohr und der Zusammenführungsabschnitt des fünften Zweigrohrs **116** zum Hauptabgasrohr vorgesehen sind, wird es möglich, die Zunahme der Frequenzkomponenten mit Ausnahme der Grundfrequenzkomponenten zu unterdrücken durch die Unterdrückung von komplexen Strömungen in den ersten und zweiten voluminösen Abschnitten **131** und **132**, und die Tonqualität des Abgastons zu verbessern. Da ferner der voluminöse Raum in erste und zweite voluminöse Abschnitte **131** und **132** unterteilt ist, wird die Zunahme des benötigten Raums für den Abgaskrümmers **101** unterdrückt.

[0039] Da der Abgaskrümmers ausgebildet ist zum Einsetzen von zwei parallelen Rohren in jeden der Einlassabschnitte **112a** und **113a** des jeweiligen Zwischenrohrs **112** und Auslassrohrs **113**, wird es möglich, den Einmündungswinkel α an jedem Einmündungsabschnitt auf 0° festzulegen. Diese Anordnung vermindert den Kanaldruckverlust auf ein Minimum, weshalb der volumetrische Wirkungsgrad der Brennkraftmaschine im Hochdrehzahlzustand verbessert ist.

[0040] Ferner sind das Zwischenrohr **112** und das Auslassrohr **115** des Abgaskrümmers **101** als gesonderte Teile getrennt vorgesehen und durch Schweißen integral verbunden mit den Zweigrohren **111**, **115** und **116**. Dies vereinfacht die Herstellung der jeweiligen Teile und erleichtert deren Montage. Im Einzelnen sind die Endabschnitte der Zweigrohre **111**, **115** und **116** sowie das Zwischenrohr **112** in Öffnungen des Zwischenrohrs **112** und des Abgasrohrs **113** ein-

gesetzt und dann daran geschweißt. Daher ist die Durchführung des Schweißens vereinfacht.

[0041] Hier ist ein Montagevorgang des Abgaskrümmers des ersten erläuternden Beispiels erläutert. Die jeweiligen Teile des Abgaskrümmers **101** wurden vorher zu den entsprechenden Formen bearbeitet. Ferner wurden Unterteilungsplatten **121** sowie **122** vorher an das Zwischenrohr **112** bzw. das Auslassrohr **113** geschweißt. Das stromauf gelegene Ende **111d** des ersten Zylinderzweigrohrs und das stromauf gelegene Ende **115d** des dritten Zylinderzweigrohrs **115** sind in Öffnungen **118** des Montagflansches **117** eingesetzt und an den Montageflansch **117** geschweißt. Während dieses Vorgangs sind beide stromab gelegenen Endabschnitte **111b** und **115c** parallel angeordnet, und sind die stromab gelegenen Enden der stromab gelegenen Endabschnitte **111b** und **115c** gemäß **Fig. 20** auf einer Linie ausgefluchtet. Anschließend werden die stromab gelegenen Enden der stromab gelegenen Endabschnitte **111b** und **115c** in Einlassabschnitt **112a** des Zwischenrohrs **112** eingesetzt und an das Zwischenrohr **112** geschweißt, vgl. **Fig. 19**. Dann wird der stromauf gelegene Endabschnitt **116d** des fünften Zylinderzweigrohrs **116** fest an den Montageflansch **117** geschweißt. Während dieses Vorgangs sind der Auslassabschnitt **112b** des Zwischenrohrs **112** und der stromab gelegene Endabschnitt **116c** des fünften Zylinderzweigrohrs **116** parallel nebeneinander angeordnet, und sind die stromab gelegenen Enden des Zwischenrohrs **112** und des fünften Zylinderzweigrohrs **116** gemäß **Fig. 18** auf einer Linie ausgefluchtet. Anschließend werden die stromab gelegenen Enden des Zwischenrohrs **112** und des fünften Zylinderzweigrohrs **116** in den Einlassabschnitt **113a** des Auslassrohrs **113** eingesetzt und an das Auslassrohr **113** geschweißt. Mit der Ausführung dieser Prozesse wird der Abgaskrümmers **101** des ersten erläuternden Beispiels erzeugt.

[0042] Obwohl das erste erläuternde Beispiel so gezeigt und beschrieben ist, dass Trennplatten **131** und **132** am Einlassabschnitt **112a** des Zwischenrohrs **112** und am Einlassabschnitt **113a** des Auslassrohrs **113** vorgesehen sind, können sie weggelassen werden. Durch integrales Verbinden der Endabschnitte von zwei Rohren durch Verschweißen der benachbarten Öffnungsumfänge der Endabschnitte der beiden Rohre wird es möglich, die Trennplatten **121** und **122** wegzulassen.

[0043] Während das erste erläuternde Beispiel so gezeigt und beschrieben ist, dass der stromab gelegene Endabschnitt **111b** des ersten Zylinderzweigrohrs **111**, der stromab gelegene Endabschnitt **115c** des dritten Zylinderzweigrohrs **115** und der stromab gelegene Endabschnitt **116c** des fünften Zylinderzweigrohrs **116** auf der Projektion gemäß **Fig. 31**, die von dem Gegenstand von Anspruch **1** abweicht, auf

einer Linie ausgefluchtet sind, können sie auf der Projektion gemäß **Fig. 32**, die dem Gegenstand von Anspruch **1** entspricht, an Spitzen eines Dreiecks angeordnet sein. Durch diese abgeänderte Anordnung der Zweigrohre **111**, **115** und **116** wird es möglich, das Zylinderzweigrohr **116** um den Außenumfang des Zwischenrohrs **112** mit einem weiteren großen Schwenkwinkel zu winden und das fünfte Zylinderzweigrohr mit dem Auslassrohr **113** unter dem Zwischenrohr **112** zusammenzuführen. Diese Anordnung hat den Vorzug, die Steifheit des durch Schweißen integrierten Abgaskrümmers zu verbessern.

[0044] Bezüglich **Fig. 33A** und **Fig. 33B** ist der Betrieb des voluminösen Abschnitts am zusammenführenden Abschnitt des Abgaskrümmers erläutert. Wenn, wie in **Fig. 33A** gezeigt, drei Abgasrohre **201**, **202** und **203** für drei Zylinder an einem Abgasrohr **204** zusammengeführt sind, besteht eine Neigung, Frequenzkomponenten mit Ausnahme der grundlegenden Ordnung im Abgaston zu erzeugen, selbst wenn drei Abgasrohre **201**, **202** und **203** die gleiche Rohrlänge haben. Wie durch die Wellenformen auf der linken Seite in **Fig. 33A** gezeigt, werden Druckstöße der jeweiligen Zylinder nacheinander eingegeben. Daher werden auf einer Ausgangsseite durch die Grundordnung Maxima erzeugt, wie durch die Wellenformen auf der rechten Seite in **Fig. 33A** gezeigt ist. Wenn die Abgaskanäle keinen voluminösen Abschnitt am Zusammenführungsabschnitt haben, nimmt die Komplexität der Strömungen am Zusammenführungsabschnitt zu, und es wird eine Differenz der Kanallängen für die Zylinder erzeugt. Daher wird eine Differenz der Intensitäten der Maxima erzeugt, und eine Zunahme der Frequenzkomponenten mit Ausnahme der Grundfrequenzkomponenten werden intensiviert. Dies ergibt eine Verschlechterung der Tonqualität des Abgastons.

[0045] Wenn dagegen ein voluminöser Abschnitt **205** im Abgaskanal gemäß **Fig. 33B** vorgesehen ist, wird die Differenz der Kanallängen für die Zylinder herabgesetzt. Daher nimmt die Ausgangswellenform eine Grundwellenform an, bei der die Intensitäten der Maxima identisch werden. Dies ergibt die Verringerung der Frequenzkomponenten mit Ausnahme der Grundfrequenzkomponenten. Obwohl drei Abgasrohre **201**, **202** und **203** an einem voluminösen Abschnitt in **Fig. 33B** zusammengeführt sind, ist der Abgaskrümmers **101** des ersten erläuternden Beispiels so angeordnet, dass die drei Abgaskanäle einzeln aufeinander folgend zusammengeführt sind und eine Mehrzahl von voluminösen Abschnitte vorgesehen ist. Diese Anordnung ermöglicht, dass jeder der voluminösen Abschnitte mit kleiner Größe ausgebildet ist, während ausreichende Vorteile hierdurch sichergestellt sind. Folglich wird es möglich, zu verhindern, dass die Gesamtgröße des Abgaskrümmers groß wird.

[0046] Anhand von **Fig. 34** wird ein zweites Beispiel des Abgaskrümmers, welches nicht der vorliegenden Erfindung entspricht, erläutert. Das zweite Beispiel des Abgaskrümmers ist so angeordnet, dass der Einmündungswinkel α des ersten Zylinderzweigrohrs **111** und des dritten Zylinderzweigrohrs **115** größer als 0° ist, und dass ein voluminöser Abschnitt **131** am Zusammenführungsabschnitt gebildet ist. Ferner umfasst der voluminöse Abschnitt **131** einen ersten Expansionsabschnitt **141**, der an einer Außenseite des dritten Zylinderzweigrohrs am Zusammenführungsabschnitt vorgesehen ist, und einen zweiten Expansionsabschnitt **42**, der an einer gegenüberliegenden Seite des ersten Expansionsabschnitts **141** so vorgesehen ist, dass er dem Kanal des dritten Zylinderzweigrohrs **115** gegenüberliegt. Von diesem Gesichtspunkt der Verringerung des Kanaldruckverlusts ist es zu bevorzugen, dass der Einmündungswinkel α auf kleiner oder gleich 30° festgelegt ist. Der weitere Aufbau des zweiten Beispiels ist grundsätzlich ähnlich demjenigen des ersten Beispiels.

[0047] Mit Bezug auf **Fig. 35** ist ein drittes Beispiel des Abgaskrümmers **101** diskutiert, das nicht Teil der vorliegenden Erfindung ist. Das dritte Beispiel ist grundsätzlich dieselbe wie das erste Beispiel mit der Ausnahme, dass ein Luft/Kraftstoffverhältnissensor **131** zum Erfassen eines Abgas-Luft/Kraftstoffverhältnisses am Auslassrohr **113** eingebaut ist, um ein Luft/Kraftstoffverhältnis des Abgases im zweiten voluminösen Abschnitt **132** zu erfassen, was in **Fig. 35** gezeigt ist. Als Luft/Kraftstoffverhältnissensor wird typischerweise ein Sauerstoffsensor verwendet.

[0048] Obwohl die Erfindung oben anhand von einer bestimmten Ausführungsform der Erfindung beschrieben ist, ist sie nicht auf die oben beschriebenen Ausführungsformen beschränkt. Modifikationen und Abänderungen der oben beschriebenen Ausführungsformen ergeben sich für den Fachmann im Licht der obigen Lehre. Der Bereich der Erfindung ist anhand der folgenden Patentansprüche definiert.

Patentansprüche

1. Abgasverteiler (1, 101), verbunden mit Auslassöffnungen von zumindest drei gerade angeordneten Zylindern (#1, #3, #5) einer Brennkraftmaschine, aufweisend:

ein primäres Abgasrohr (111, 112, 113), das sich von dem vordersten Zylinder (#1) der Zylinder in einer rückwärtigen Richtung (#1D) des Motors entlang einer Richtung der geraden Anordnung der Zylinder erstreckt; und

eine Mehrzahl von sekundären Abgasrohren (112, 113, 115, 116), die sich von den anderen Zylindern (#3, #5) mit Ausnahme für den vordersten Zylinder (#1) zu dem primären Abgasrohr erstrecken, wobei jedes sekundäre Abgasrohr einen Zwischenabschnitt (115b, 116b) aufweist, der sich ringsum

zu einem Außenumfang des primären Abgasrohres (111, 112, 113) windet, **dadurch gekennzeichnet**, dass

eine Rohrlänge des primären Abgasrohres (111, 112, 113) festgelegt ist, zu einer Rohrlänge der sekundären Abgasrohre (115, 116) gleich zu sein, und dass auf einer Projektionsebene rechtwinklig zu einer Mittelachse (L1) des primären Abgasrohres ein Drehwinkel (θ), gebildet durch eine Linie, die ein stromaufwärtiges Ende jedes sekundären Abgasrohres und die Mittelachse verbindet, und eine Linie, die ein stromabwärtiges Ende jedes sekundären Abgasrohres und die Mittelachse verbindet, zunimmt, wie die Zylinder (#3, #5), verbunden mit dem sekundären Abgasrohr, von dem vordersten Zylinder (#1), verbunden mit dem primären Abgasrohr, weiter entfernt werden.

2. Abgasverteiler nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass sich das primäre Abgasrohr (111, 112, 113) von dem vordersten Zylinder (#1) in der rückwärtigen und abwärtigen Richtung erstreckt, die sekundären Abgasrohre (112, 113, 115, 116) sich von den anderen Zylindern (#3, #5) aufwärts oberhalb des primären Abgasrohres und zu der stromaufwärtigen Seite des primären Abgasrohres erstrecken und sich die sekundären Abgasrohre dann nach unten und zu der abwärtigen Seite des primären Abgasrohres krümmen und in dem primären Abgasrohr gesammelt sind.

3. Abgasverteiler nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Abgasverteiler mit einer Bank eines Sechszylindermotors vom V-Typ verbunden ist, wobei der Drehwinkel (θ_1) des sekundären Abgasrohres, verbunden mit einem Zwischenzylinder (#3) der Bank innerhalb eines Bereiches von 90° bis 180° ist, und der Drehwinkel (θ_2) des sekundären Abgasrohres, verbunden mit dem hintersten Zylinder (#5) der Bank größer als der Drehwinkel (θ_1) des sekundären Abgasrohres, verbunden mit dem Zwischenzylinder, ist.

4. Abgasverteiler nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass sich die sekundären Abgasrohre von den jeweiligen Zylindern zu der vorderen Seite des Motors erstrecken und dann in die Richtung zu der rückwärtigen Seite des Motors gebogen werden und zu dem primären Abgasrohr gesammelt werden.

5. Abgasverteiler nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein stromaufwärtiger Endabschnitt (115a) des sekundären Abgasrohres (115) von einem Installationsflansch (117) in die Richtung zu der schrägen vorderen Richtung vorspringt.

6. Abgasverteiler nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein stromaufwärtiger Endabschnitt (116a) des primären Abgasrohres (116) von

dem Installationsflansch (117) in die Richtung zu der schrägen hinteren Richtung vorspringt.

7. Abgasverteiler nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass das primäre Abgasrohr mit einem katalytischen Wandler (2) verbunden ist.

Es folgen 21 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG.1

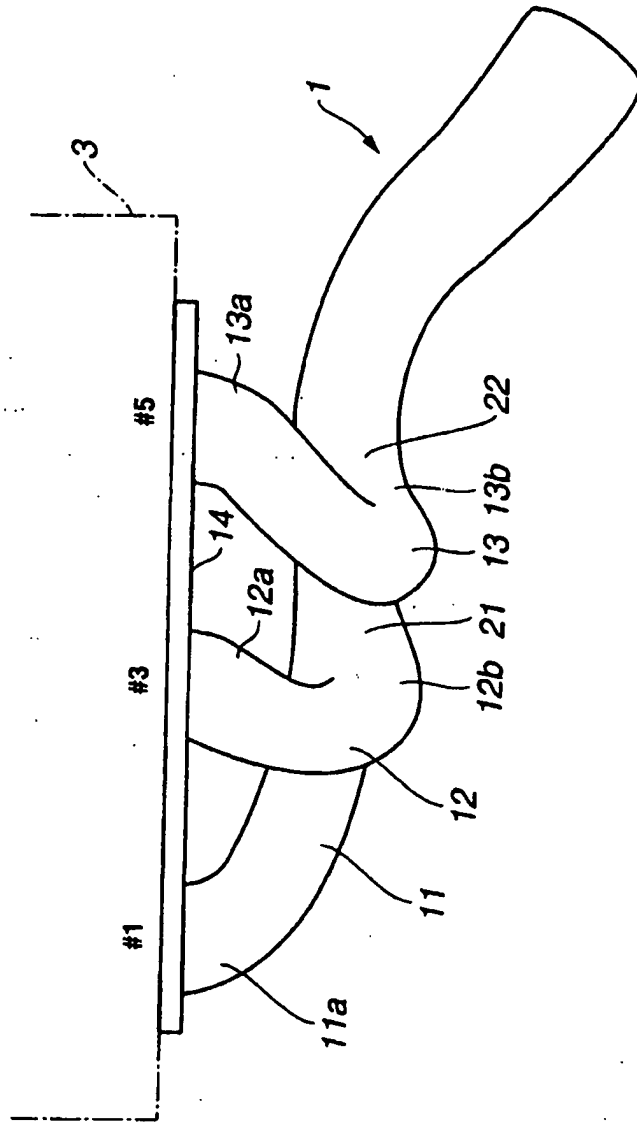


FIG.3

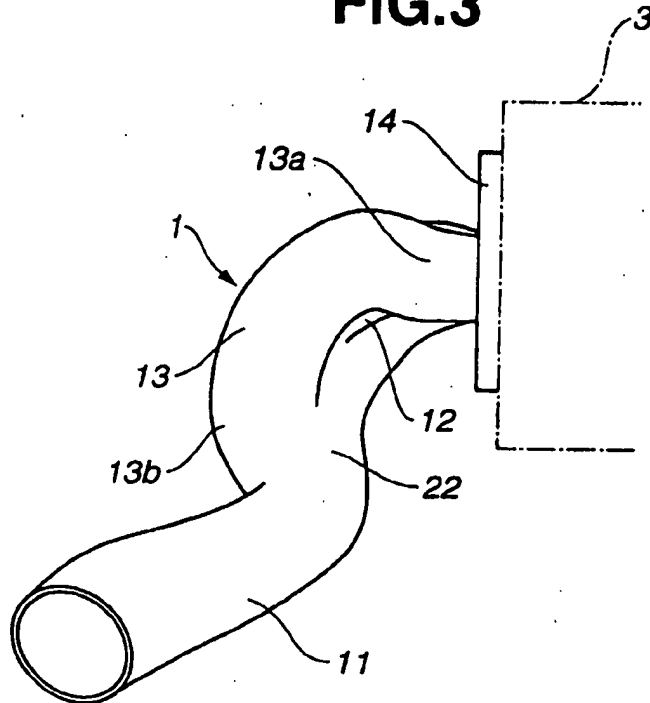


FIG.4

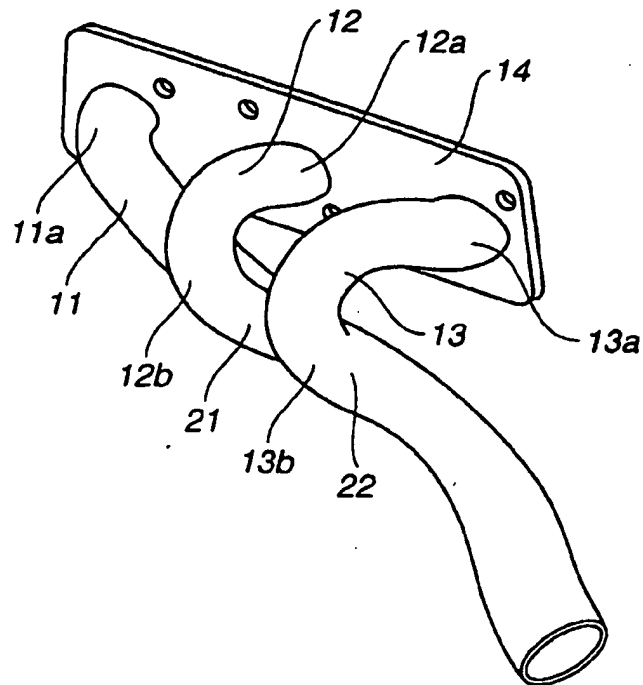


FIG.5

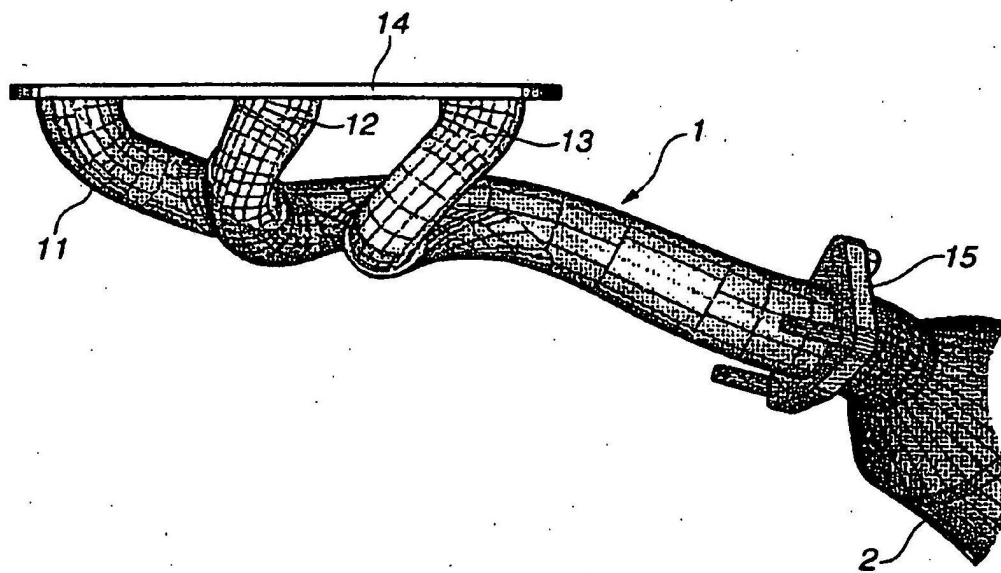


FIG.6

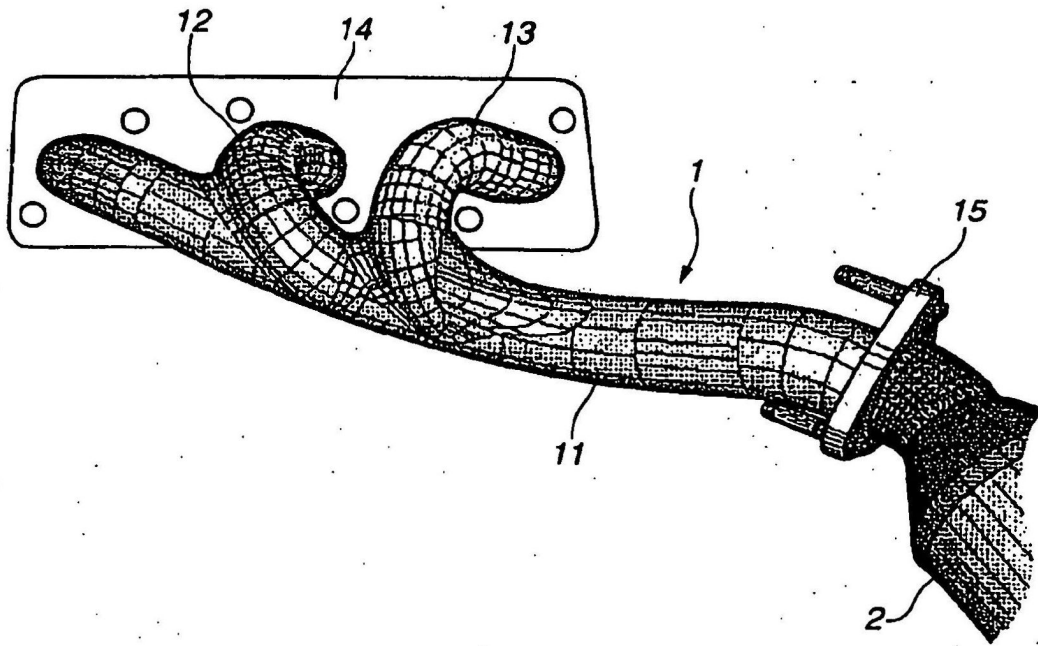


FIG.7

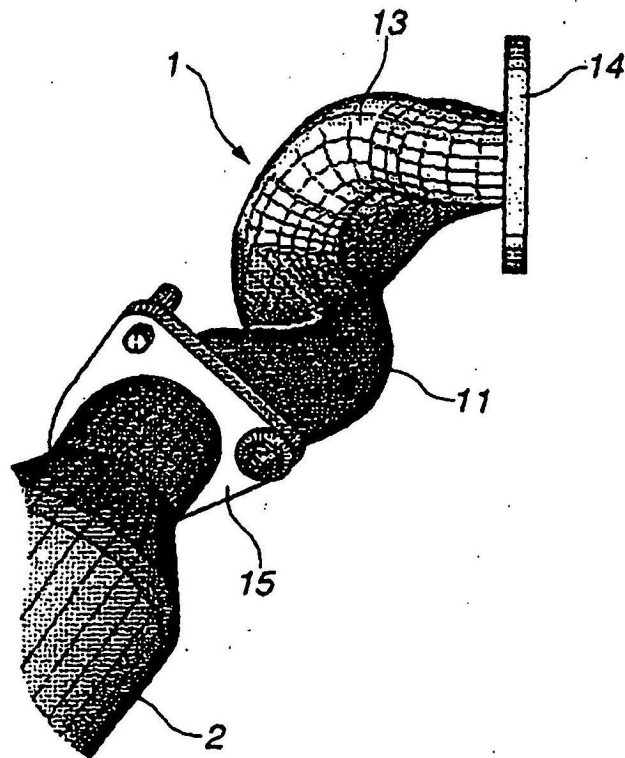
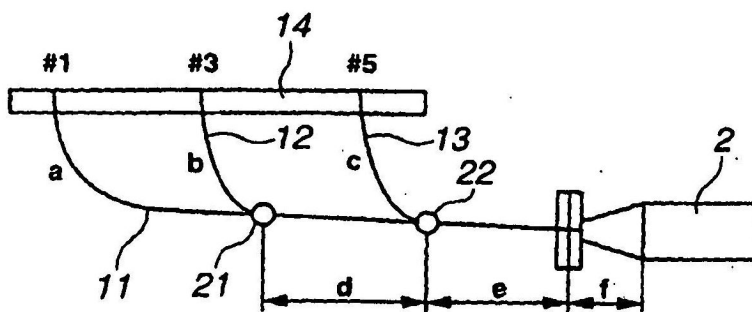


FIG.8



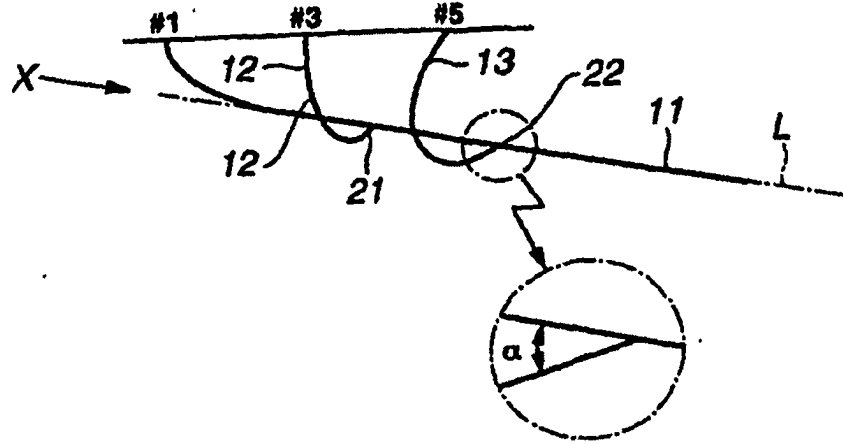


FIG. 9

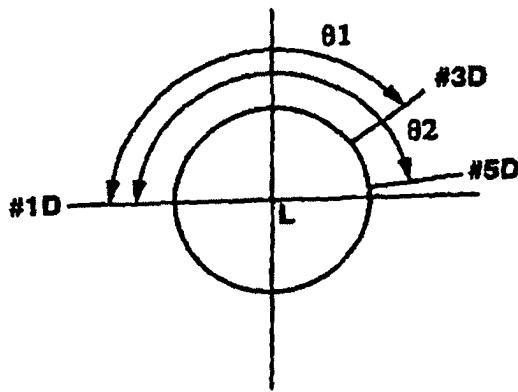


FIG. 10

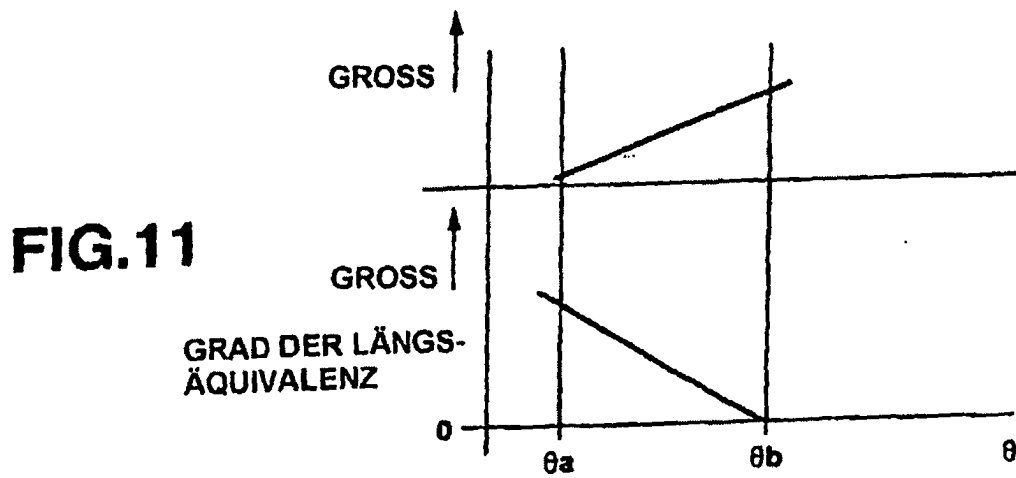


FIG. 11

FIG.12

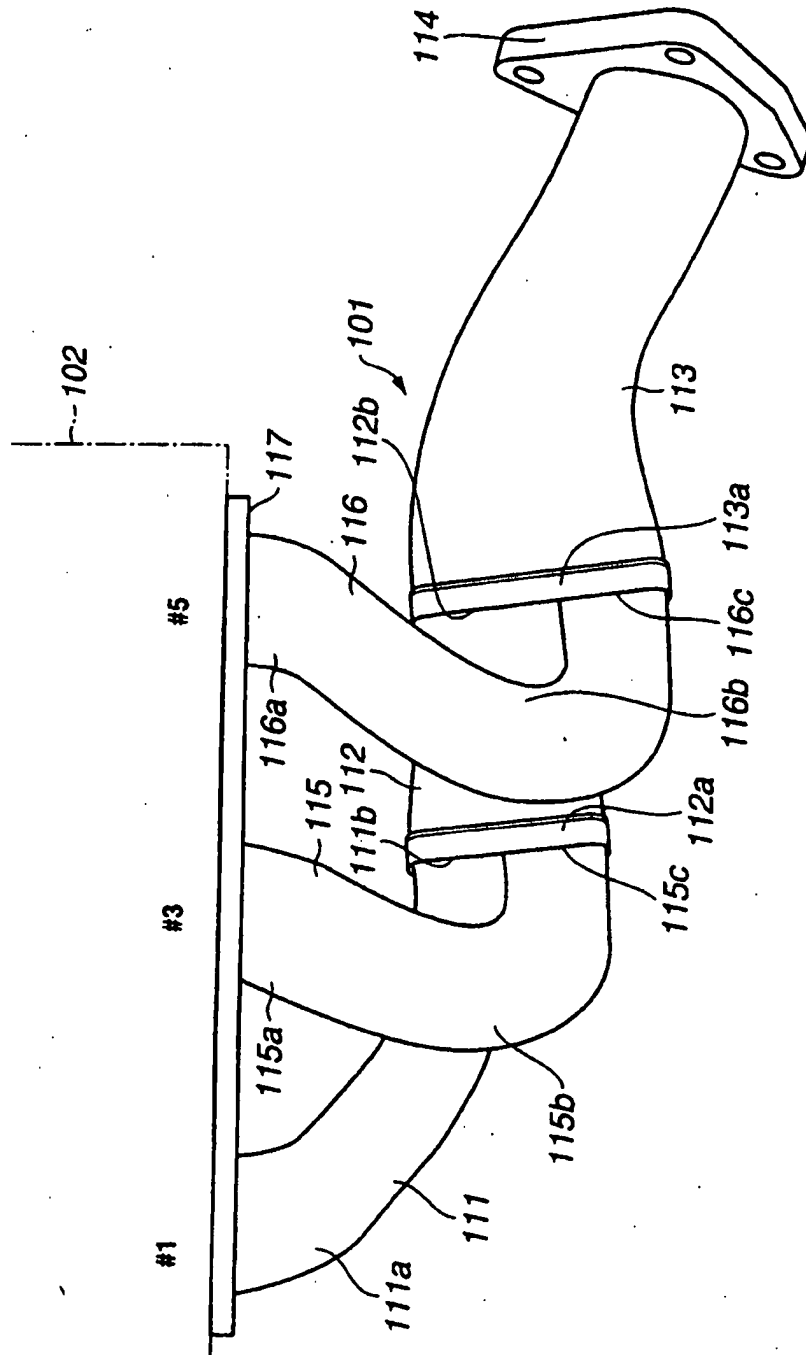


FIG.13

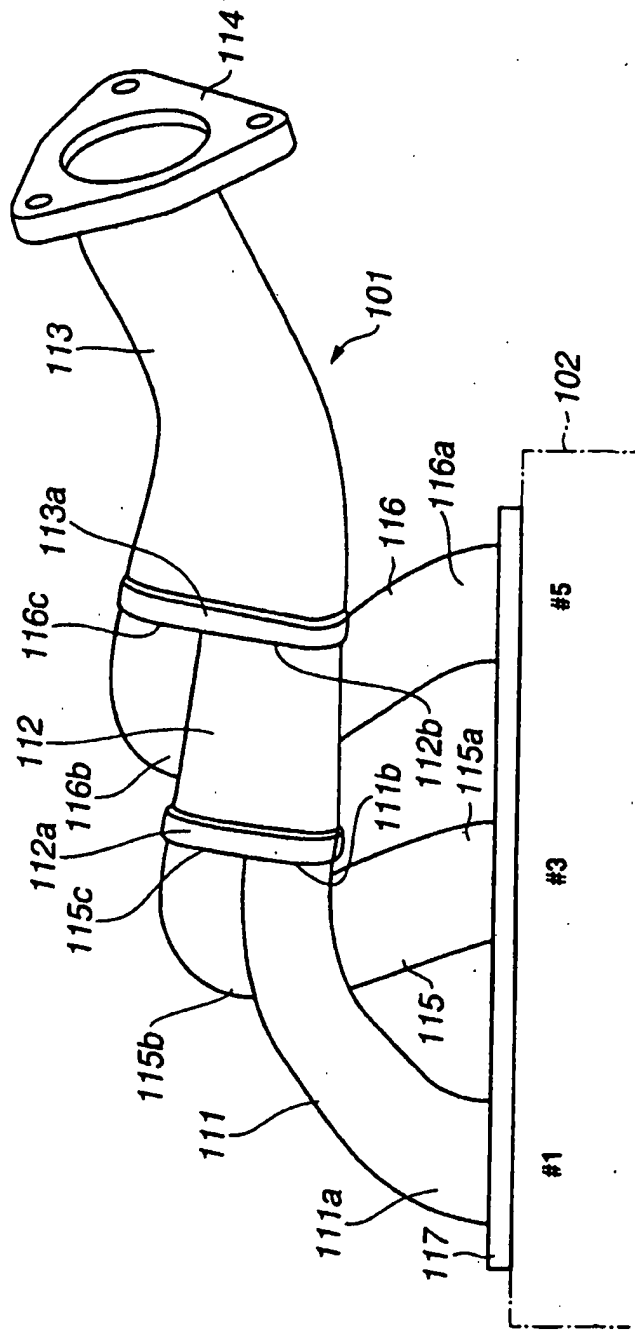


FIG.14

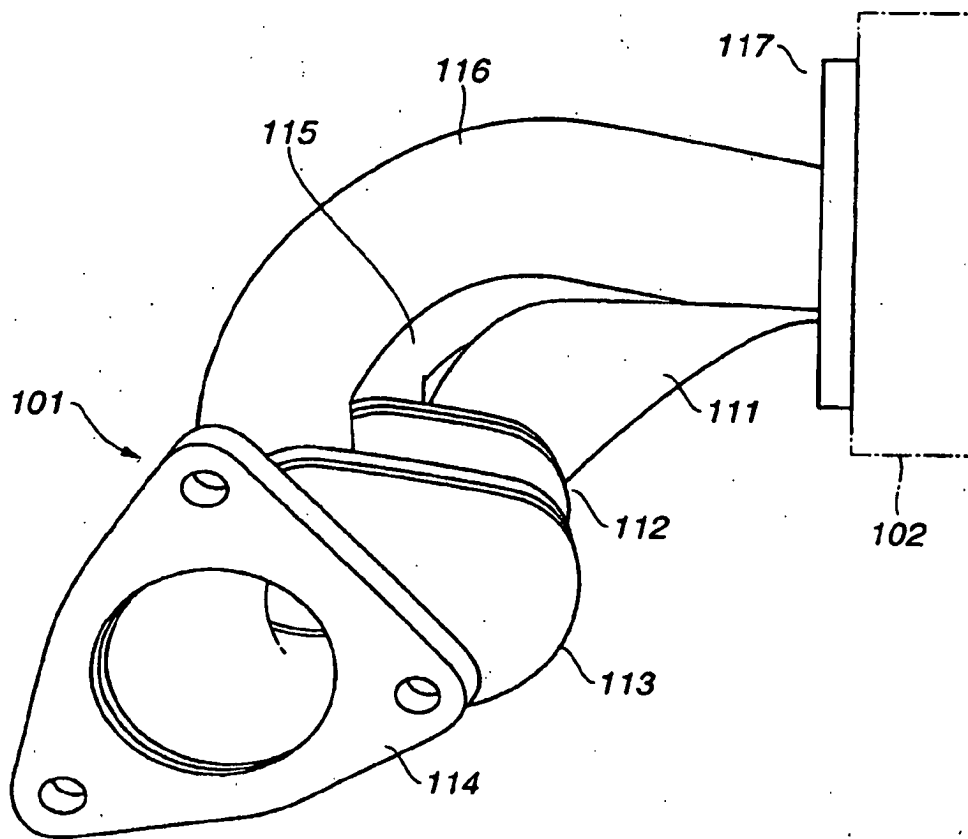


FIG.15

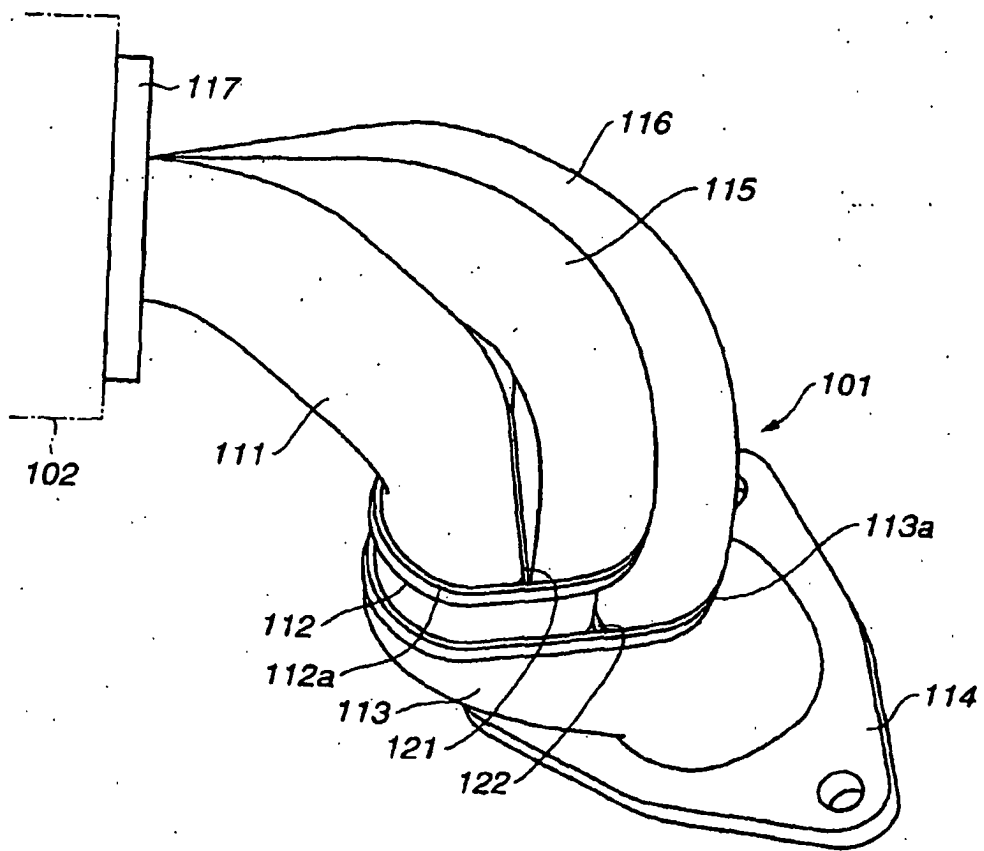


FIG.16

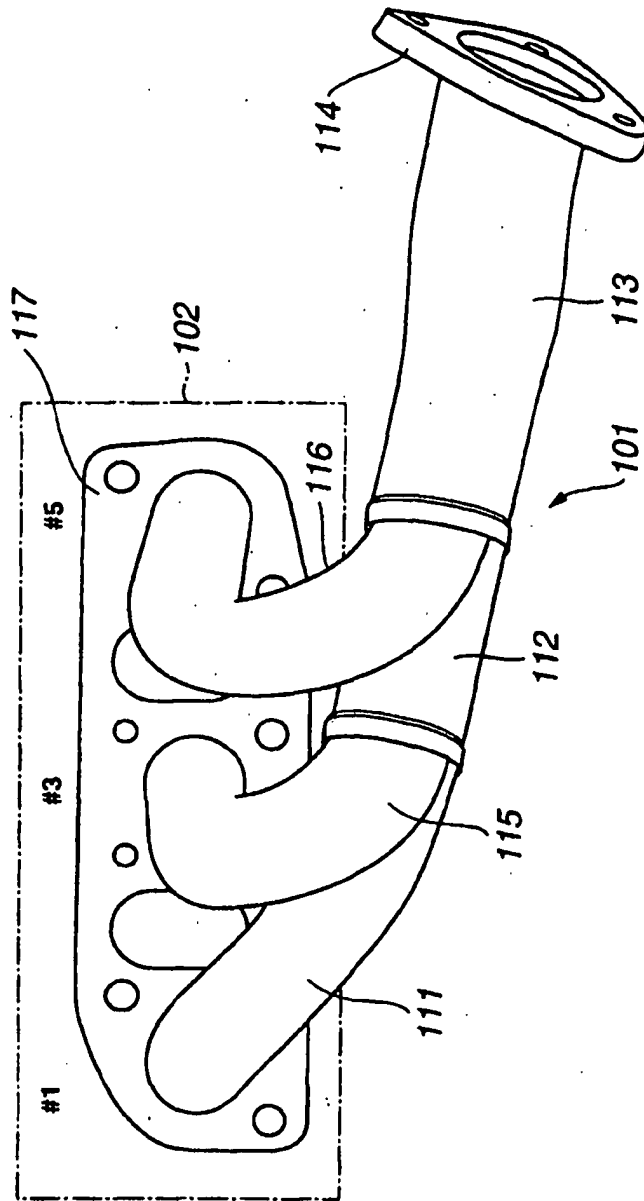


FIG.17

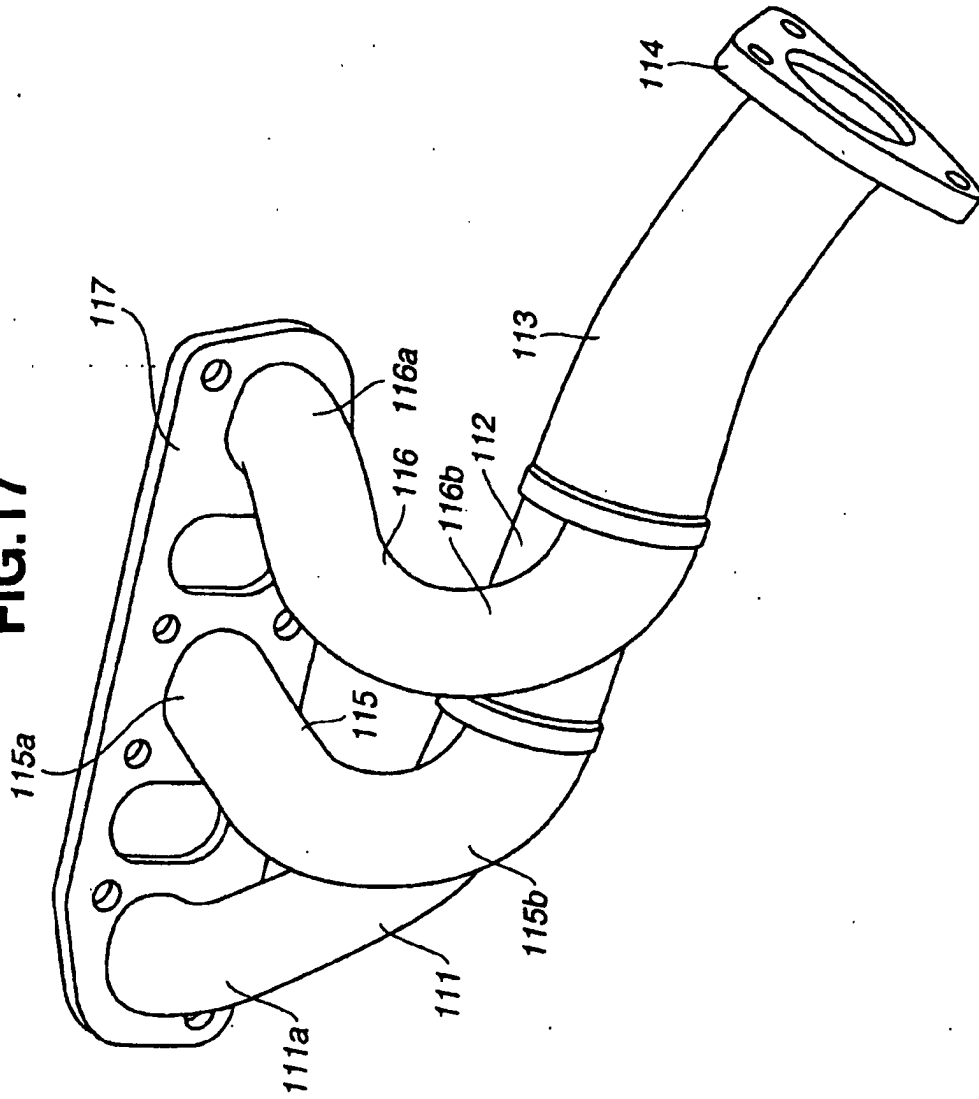


FIG.18

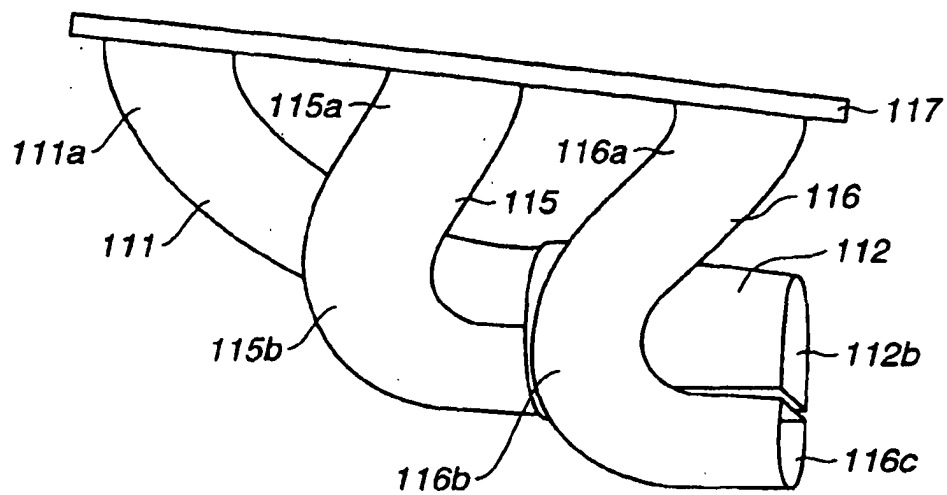


FIG.19

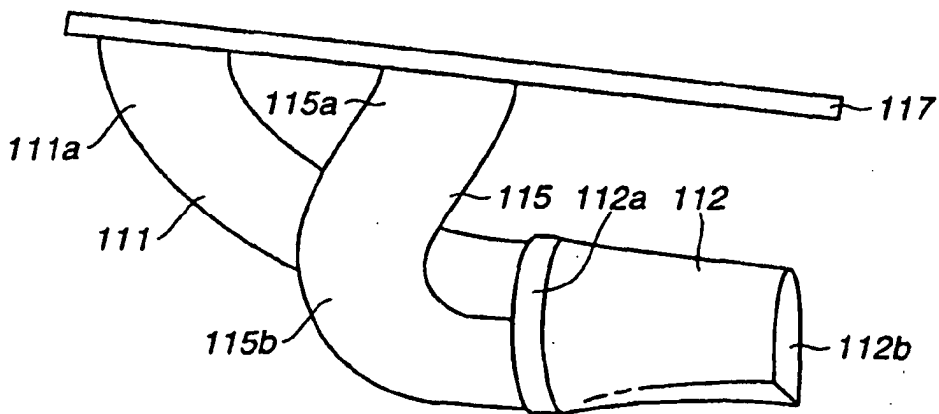


FIG.20

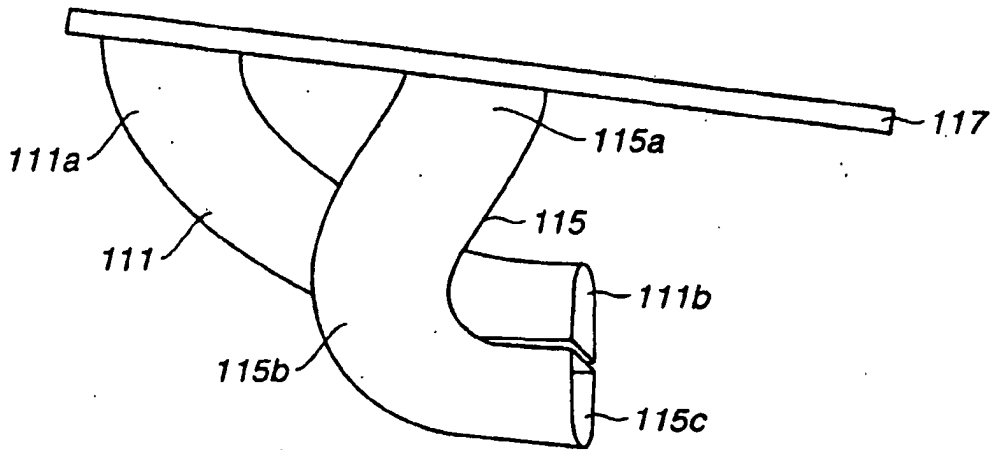


FIG.21

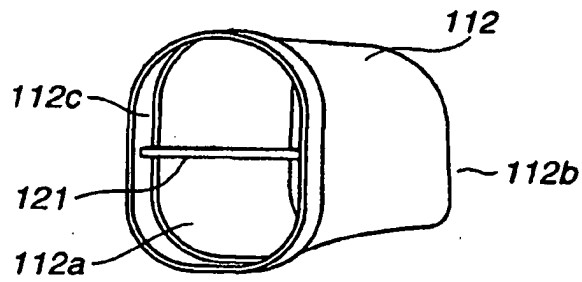


FIG.22

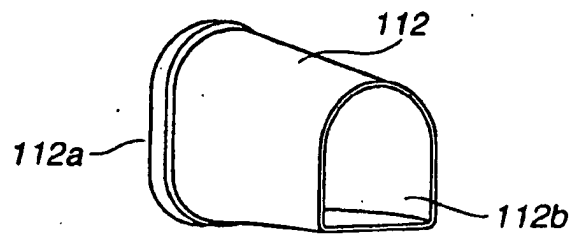


FIG.23

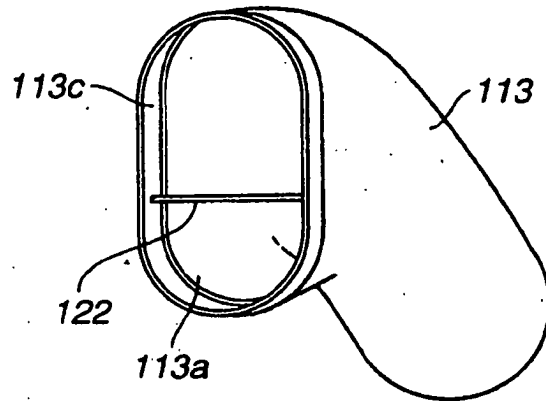


FIG.24

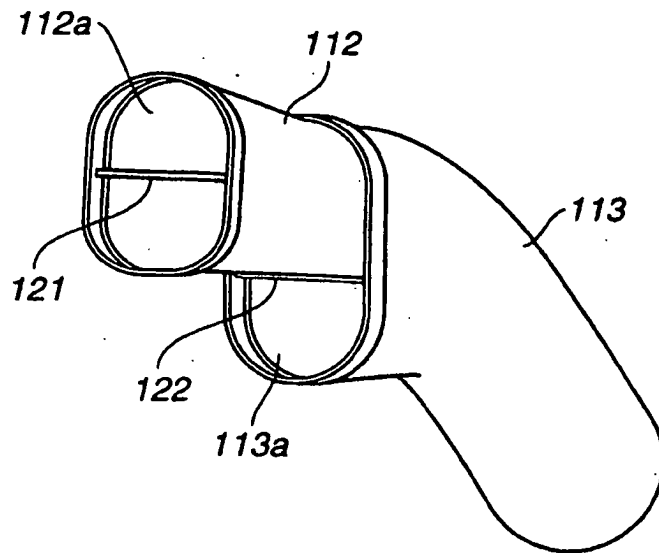


FIG.25

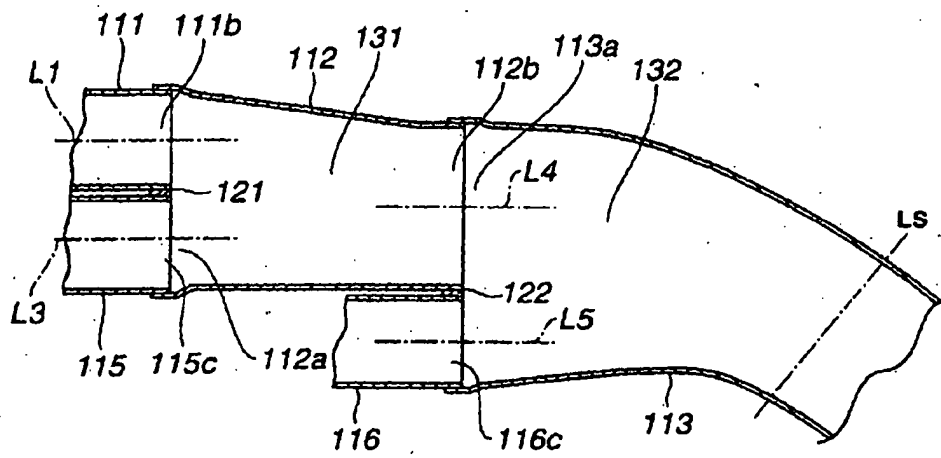


FIG.26

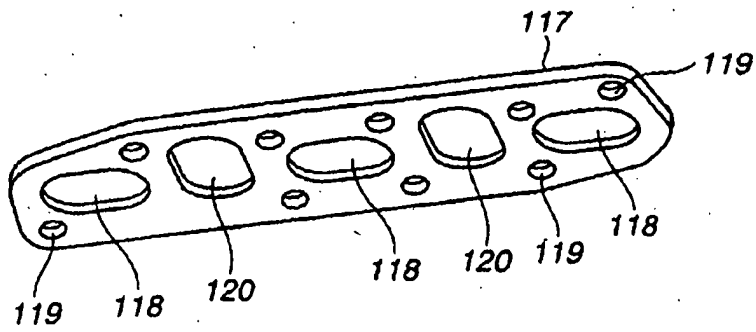


FIG.27

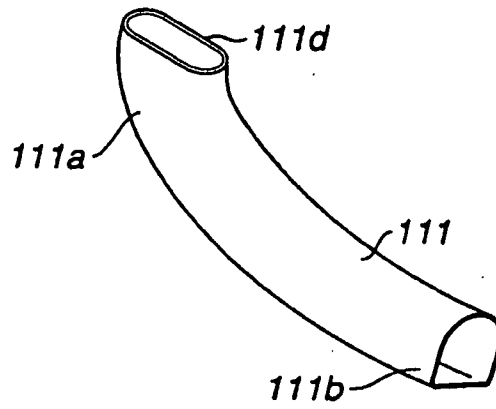


FIG.28

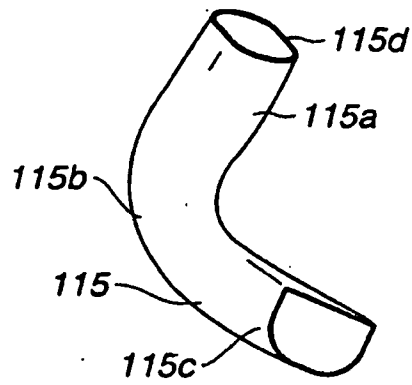


FIG.29

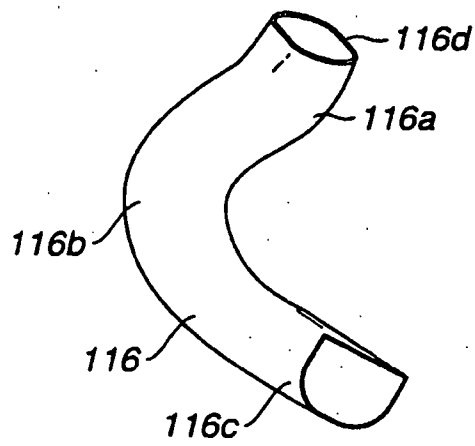


FIG.30

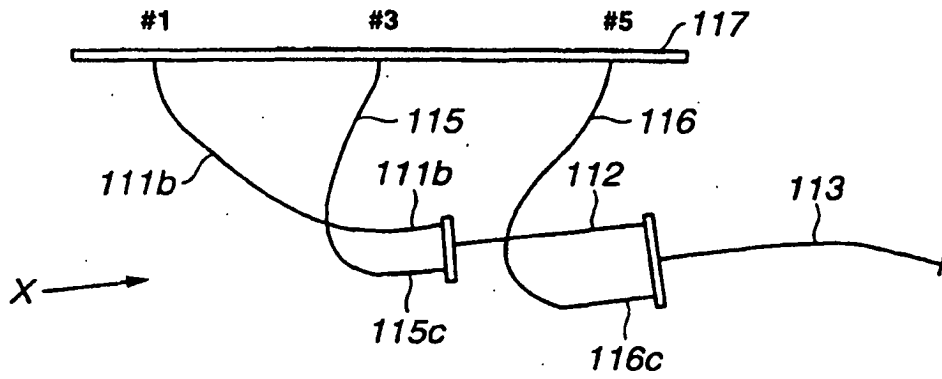


FIG.31

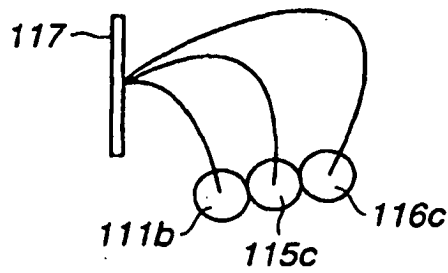
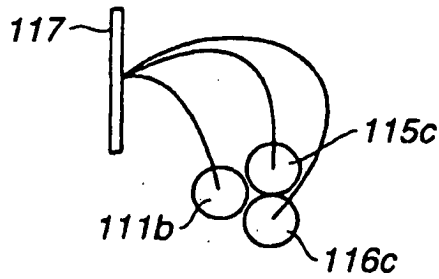


FIG.32



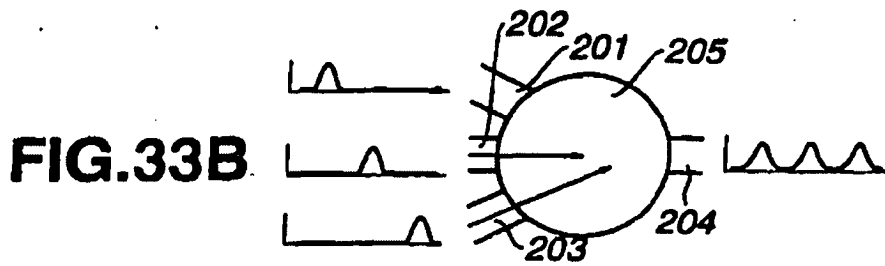
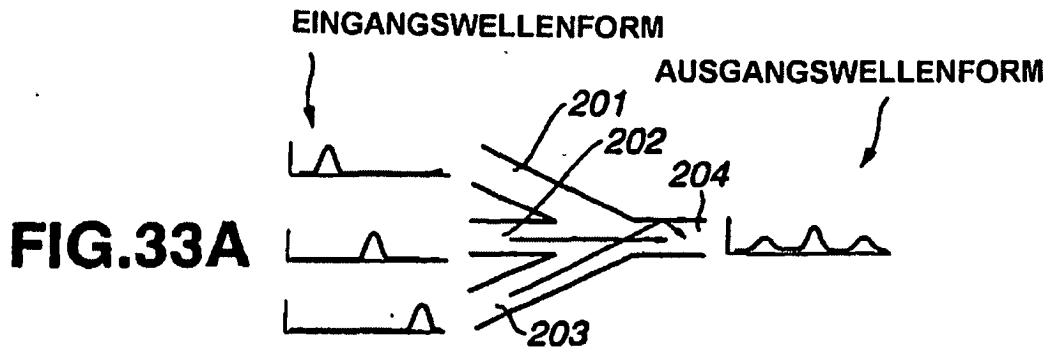


FIG.34

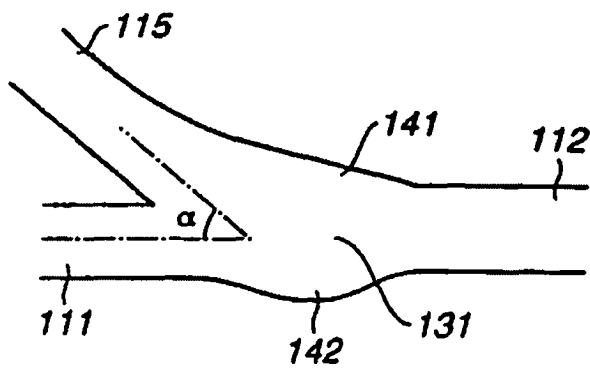


FIG.35

