

19



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

11

Veröffentlichungsnummer:

**0 239 814
A2**

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: 87102993.0

51 Int. Cl.4: **B21C 37/15** , **B21D 53/04** ,
F28F 1/02

22 Anmeldetag: 03.03.87

30 Priorität: 29.03.86 DE 3610618

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
07.10.87 Patentblatt 87/41

64 Benannte Vertragsstaaten:
DE ES FR GB IT

71 Anmelder: **MTU MOTOREN- UND
TURBINEN-UNION MÜNCHEN GMBH**
Dachauer Strasse 665 Postfach 50 06 40
D-8000 München 50(DE)

72 Erfinder: **Grieb, Hubert, Dr.**
Nimrodstrasse 44
D-8034 Germering(DE)
Erfinder: **Schlosser, Werner**
Weidmannstrasse 15
D-8000 München 50(DE)

54 **Profilröhrchen mit eiliptischem oder lanzettförmigem Querschnitt für Röhrchenwärmetauscher und Verfahren zur Herstellung.**

57 Profilröhrchen mit elliptischem Querschnitt in Mehrkammerbauweise für Röhrchenwärmetauscher. Verfahren zur Herstellung von elliptischen Mehrkammerprofilröhrchen aus Blechstreifen durch Biegen von zwei kongruentes Profil aufweisenden Halbzeugen und nachfolgendes Fügen.

EP 0 239 814 A2

Profilröhrchen mit elliptischem oder lanzettförmigem Querschnitt für Röhrchenwärmetauscher und Verfahren zur Herstellung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Profilröhrchen mit elliptischem oder lanzettförmigem Querschnitt für Röhrchenwärmetauscher, hergestellt aus dünnwandigem Blech.

Aus der DE-OS 33 27 660 ist ein Röhrchen dieser Gattung bekannt, welches durch einen mittig in Richtung der kleinen Ellipsenachse verlaufenden Quersteg in zwei Kammern aufgeteilt ist (Zweikammerprofil). Bei aus dünnwandigem Blech hergestellten Profilröhrchen dient ein solcher Quersteg sowohl zur Versteifung des Röhrchens, um eine Ausbeulung der schwach gewölbten Röhrchenwände zu verhindern als auch einer Erhöhung des Wärmeaustauschgrades. Es hat sich nun gezeigt, daß der Wirkungsgrad eines Röhrchenwärmetauschers dadurch erhöht werden kann, daß in der Matrix Profilröhrchen mit besonders schlankem Lanzettquerschnitt verwendet werden.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es deshalb, ein Profilröhrchen der gattungsgemäßen Art zu schaffen, welches bei schlanker Kontur in der Lage ist, hohem Innendruck standzuhalten, einen hohen Wärmeaustauschgrad zuzulassen und dabei auch im Inneren möglichst geringe Strömungsverluste zu verursachen.

Erfindungsgemäß wird die gestellte Aufgabe von einer gattungsgemäßen Profilröhrchen gelöst, welches wenigstens zwei in Richtung der kleinen Ellipsenachse den Innenraum mit Abstand voneinander durchsetzende Querstege aufweist.

Die erfindungsgemäße Unterteilung des Profilröhrchens in mindestens drei Kammern bringt gegenüber einem Zweikammerprofil eine beträchtliche Verbesserung der Strömungs- und Wärmetauschbedingungen. Besonders bei Profilröhrchen größeren Querschnitts für Wärmetauscher großer Abmessungen kann aufgrund der Mehrkammerbauweise gleich geringe Blechstärke verwendet werden wie bei kleinen Profilröhrchen in Zweikammerbauweise ohne daß dadurch die Steifigkeit gegen Ausbeulen unzulässig herabgesetzt würde.

Im weiteren bezieht sich die Erfindung auf ein Verfahren zur Herstellung mit Profilröhrchen mit elliptischem oder lanzettförmigem Querschnitt für Röhrchenwärmetauscher mit wenigstens zwei in Richtung der kleinen Ellipsenachse den Innenraum mit Abstand voneinander durchsetzenden Querstege durch Biegen von endlosem Metallband und nachfolgendes Fügen der freien Kanten. Ein solches Verfahren ist für ein Zweikammerprofil durch die obengenannte DE-OS 33 27 660 offenbart.

Ausgehend von dem vorbekannten Herstellungsverfahren ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung ein für Mehrkammerprofile geeignetes Verfahren anzugeben, welches unter Berücksichtigung der zu verarbeitenden sehr ge ringen Wandstärken sowohl hohe Maßgenauigkeit der hergestellten Profilröhrchen garantiert als auch im Hinblick auf die Anzahl der gewünschten Kammern anpassungsfähig ist und darüber hinaus hohe Ausstoßquoten zuläßt.

Erfindungsgemäß wird die gestellte Aufgabe dadurch gelöst, daß zunächst zwei kongruentes Profil aufweisende Halbzeuge gebogen werden, das etwa die Form eines gleichschenkligen Dreiecks mit abgerundeter Spitze und mit einem über die Basis hinaus verlängerten Schenkel aufweist und diese Halbzeuge dann so aneinander gesetzt werden, daß die freien Enden der verlängerten Schenkel jeweils an der Basiskante des anderen Halbzeugs anliegen.

Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren lassen sich die gestellten Anforderungen voll erfüllen, und es gewährleistet darüber hinaus noch geringen vorrichtungstechnischen Aufwand, da durch den Aufbau aus zwei kongruenten Halbzeugen erreicht wird, daß nur ein einziges, relativ einfaches Profil gebogen werden muß.

Eine erfindungsgemäße Weiterbildung dieses Verfahrens besteht darin, daß zur Herstellung von Profilröhrchen mit $2 + n$ Querstege zwischen die beiden Halbzeuge n Zwischenteile mit Rechtwinkel-Z-Kontur und freien Schenkeln zwischengefügt werden. Auf diese Weise lassen sich Mehrkammerlanzettprofile mit maximal zwei unterschiedlich gebogenen Profilhalbzeugen aufbauen, wodurch der fertigungstechnische Aufwand niedrig gehalten werden kann.

Gemäß einer ersten bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens erfolgt das Biegen der Halbzeuge, indem das anfänglich ebene Metallband zunächst in eine Rechtwinkel-Z-Kontur mit zwei freien Schenkeln geformt wird und danach der längere der freien Schenkel bei etwa halber Schenkellänge um mehr als 90° soweit gebogen wird, daß seine Endkante an der vom Z-Steg und dem anderen freien Schenkel gebildeten Basiskante anliegt.

Vorteilhaft ist diese Art der Biegung des Halbzeugs insbesondere im Hinblick auf die nachträgliche Fügung, da die zu fügenden Kanten im Bereich ebener bzw. leicht konvex gewölbter Oberflächen liegen und somit besonders leicht zugänglich sind.

Alternativ zum vorstehend aufgezeigten Biegen der Halbzeuge kann nach einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ein Halbzeug in der Weise geformt werden, daß das anfänglich ebene Metallband zunächst zu einem Rechtwinkelpprofil mit einem die Länge des Querstegs aufweisenden kürzeren Schenkel und einem längeren Schenkel gebogen wird und dann der längere Schenkel um eine Stelle, die weniger als die halbe Schenkellänge vom Rechtwinkelscheitel entfernt liegt um mehr als 90° soweit gebogen wird, bis er an dem freien Ende des kürzeren Schenkels anliegt. Diese Art der Biegung des Halbzeugs hat den Vorteil, daß das ebene Blechband Biegungen nur in einer Richtung unterzogen wird.

Vorzugsweise soll die Entfernung der Biegestelle vom Rechtwinkelscheitel etwa 1/3 der Schenkellänge des längeren Schenkels betragen, was zur Folge hat, daß die Länge der drei Kammern des fertigen Profilröhrchens jeweils etwa dieselbe ist.

Besonders im Hinblick auf eine durch Schweißung erfolgende Fügung der freien Kanten ist es vorteilhaft, wenn die freien Schenkel der Halbzeuge und der Zwischenteile nach außen aufgebogene Endkanten aufweisen.

Obwohl das erfindungsgemäße Verfahren in der Weise durchgeführt werden kann, daß die dreieckförmigen Hohlprofile der beiden Halbzeuge durch Fügen zuerst verschlossen werden und dann die Halbzeuge miteinander bzw. unter Zwischenfügung von Zwischenteilen gefügt werden, ist es vorteilhaft, wenn die Fügung jedes Halbzeugs als auch die Fügung der Halbzeuge miteinander bzw. mit dem Zwischenteil in demselben Arbeitsgang erfolgt. Dadurch wird die Herstellung von Endlosprofilröhrchen erleichtert.

Die erfindungsgemäße Profilform und das erfindungsgemäße Verfahren werden anhand der beigefügten Zeichnungen näher erläutert.

In den Zeichnungen zeigt:

Fig. 1 erfindungsgemäße Profilröhrchen im Matrixverband im Querschnitt,

Fig. 2 zur Fügung aneinandergesetzte Halbzeuge für ein Profilröhrchen nach Fig. 1 in einer ersten Ausführungsform,

Fig. 3 zur Fügung aneinandergesetzte Halbzeuge für das Profilröhrchen nach Fig. 1 in einer zweiten Ausführungsform,

Fig. 4 die Biegung eines dünnwandigen Blechs zum Halbzeug nach Fig. 2,

Fig. 5 die Biegung eines dünnwandigen Blechs zum Halbzeug nach Fig. 3,

Fig. 6 die Zusammenstellung von fertig gebogenen Halbzeugen zu einem Profilröhrchen mit drei Querstegen und

Fig. 7 eine Anordnung entsprechend Fig. 6 in einer weiteren Ausführungsform.

In Fig. 1 sind drei Profilröhrchen r einer Röhrchenwärmetauschermatrix in ihrer gestaffelten Anordnung dargestellt, eines davon im Querschnitt, die anderen beiden nur im Umriß. Erfindungsgemäß weist das im Querschnitt dargestellte elliptische Profilröhrchen zwei in Richtung der kleinen Ellipsenachse k den Innenraum mit Abstand voneinander durchsetzende Querstege q auf. Dadurch entstehen zwei etwa dreieckförmige Hohlräume zu beiden Stirnseiten eines etwa rechteckförmigen Hohlraums. Aus Fig. 1 ist erkennbar, daß das dargestellte sogenannte Dreikammerprofil bereits die Form einer sehr schlanken Ellipse aufweist, deren Wandpartien entsprechend geringfügig gewölbt sind. Entsprechend läßt sich mit einem Mehrkammerprofil, welches $2 + n$ Querstege aufweist, eine noch schlankere Röhrchenkontur darstellen.

Die Darstellung nach Fig. 2 veranschaulicht eine erste erfindungsgemäße Herstellungsart eines Profilröhrchens gemäß Fig. 1. Demnach werden durch Biegen von endlosem Metallband die beiden kongruentes Profil aufweisenden Halbzeuge 2, 3 geformt, von denen jedes etwa die Form eines gleichschenkeligen Dreiecks mit abgerundeter Spitze und mit einem über die Basis 20, 30 hinaus verlängerten Schenkel 23 bzw. 33 aufweist. Diese Halbzeuge 2, 3 sind so aneinandergesetzt, daß die freien Enden 22, 32 der verlängerten Schenkel 23, 33 jeweils an der Basiskante 25, 35 des anderen Halbzeugs anliegen. Die in Fig. 2 noch als offene Spalte dargestellten Stoßstellen an den Kanten 25, 26, 35, 36 werden durch Schweißung oder Lötung verschlossen.

Die Biegung der in Fig. 2 dargestellten Halbzeuge 2, 3 erfolgt, wie aus Fig. 4 hervorgeht, in der Weise, daß das anfänglich ebene Metallband zunächst in eine Rechtwinkel-Z-Kontur mit den freien Schenkeln 21, 23 geformt wird und danach der längere der freien Schenkel bei etwa halber Schenkellänge soweit gebogen wird, daß seine Endkante 24 an der Basiskante 26 anliegt. In voll ausgezogenen Linien ist die Rechtwinkel-Z-Kontur dargestellt, die Biegung des längeren Schenkels 21 ist strichliert angedeutet.

Aus den Fig. 3 und 5 ergibt sich eine zweite Herstellungsart eines elliptischen Profilröhrchens gemäß Fig. 1. Wie bei der ersten Herstellungsart nach Fig. 2 werden wiederum zwei kongruentes Profil aufweisende Halbzeuge 2, 3 gebogen und so zusammengesetzt, daß das Gesamtprofil des Röhrchens nach Fig. 1 entsteht. Anders als bei der Herstellungsart nach Fig. 2 bzw. Fig. 4 wird ein Halbzeug jedoch in der Weise geformt, daß das anfänglich ebene Metallband zunächst zu einem Rechtwinkelpprofil mit einem die Länge des Querstegs q des Profilröhrchens aufweisenden kürzeren Schenkel 20 und einem längeren Schenkel 21 gebogen wird. Der längere Schenkel 21 wird dann um

eine Stelle, die weniger als die halbe Schenkellänge vom Rechtwinkelscheitel 25 entfernt liegt, soweit gebogen, bis er an dem freien Ende des kürzeren Schenkels 20 anstößt. Die Wanderung der Endkante des längeren Schenkels 21 ist in Fig. 5 mit einer strichlierten Linie und Pfeil angedeutet. Vorzugsweise liegt die Stelle, an der der längere Schenkel 21 abgebogen wird, etwa bei 1/3 der gesamten Schenkellänge. Dadurch wird dann beim fertigen Profilröhrchen die mittlere rechteckige Kammer etwa gleich lang wie die beiden äußeren dreieckigen Kammern.

In Fig. 6 ist die Herstellung eines elliptischen Profilröhrchens mit vier Kammern dargestellt. Die Gesamtkontur dieses Profilröhrchens wird dabei aus zwei oben beschriebenen kongruenten Halbzeugen 2, 3 und einem Zwischenteil 1 gebildet, welches Rechtwinkel-Z-Kontur mit freien Schenkeln 11, 13 aufweist. Der Z-Steg des Zwischenteils 1 ist mit 10 bezeichnet. Die übrigen Bezugszeichen sind wie in Fig. 2 gewählt. Das fertige Profilröhrchen entsteht, wie oben ausgeführt, durch Schweißen oder Löten der Stoßspalte. Profilröhrchen mit noch größerer Länge in Richtung der großen Ellipsenachse g können dadurch erzeugt werden, daß mehrere Zwischenteile 1 in analoger Weise zwischen die beiden Halbzeuge 2, 3 eingesetzt werden. Die in Fig. 7 gezeigte Ausführungsform der zur Röhrchenkontur zusammengesetzten Halbzeuge unterscheidet sich von der Ausführungsform nach Fig. 6 lediglich dadurch, daß die zu fügenden freien Schenkel der Halbzeuge 2, 3 und des Zwischenteils 1 nach außen aufgebogene Endkanten 27 aufweisen. Eine solche Konturierung erweist sich als besonders vorteilhaft für die Durchführung der Schweißverbindungen.

Abschließend sei darauf hingewiesen, daß die Fig. jeweils stark vergrößerte Darstellungen der herzustellenden Profilröhrchen enthalten. Die Erstreckung der elliptischen Querschnittskontur beträgt in Richtung der großen Ellipsenachse etwa 10 mm, in Richtung der kleinen Ellipsenachse etwa 3 mm und die Wandstärke der verwendeten Bleche liegt im Bereich zwischen 0,2 und 0,4 mm.

Ansprüche

1. Profilröhrchen mit elliptischem oder lanzettförmigem Querschnitt für Röhrchenwärmetauscher, hergestellt aus dünnwandigem Blech, gekennzeichnet durch wenigstens zwei in Richtung der kleinen Ellipsenachse (k) den Innenraum mit Abstand voneinander durchsetzenden Querstegen (q).

2. Verfahren zur Herstellung von Profilröhrchen mit elliptischem oder lanzettförmigem Querschnitt für Röhrchenwärmetauscher mit wenigstens zwei in

Richtung der kleinen Ellipsenachse den Innenraum mit Abstand voneinander durchsetzenden Querstegen durch Biegen von endlosem Metallband und nachfolgendes Fügen der freien Kanten, dadurch gekennzeichnet, daß zunächst zwei kongruentes Profil aufweisende Halbzeuge (2, 3) gebogen werden, das etwa die Form eines gleichschenkeligen Dreieckes mit abgerundeter Spitze und mit einem über die Basis hinaus verlängerten Schenkel (23, 33) aufweist und diese Halbzeuge dann so aneinandergesetzt werden, daß die freien Enden (22, 32) der verlängerten Schenkel (23, 33) jeweils an der Basiskante (25, 35) des anderen Halbzeugs anliegen.

3. Verfahren zur Herstellung eines Profilröhrchens nach Anspruch 2 mit $2 + n$ Querstegen, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen die beiden Halbzeuge (2, 3) n Zwischenteile (1) mit Rechtwinkel-Z-Kontur und freien Schenkeln (11, 13) zwischengefügt werden.

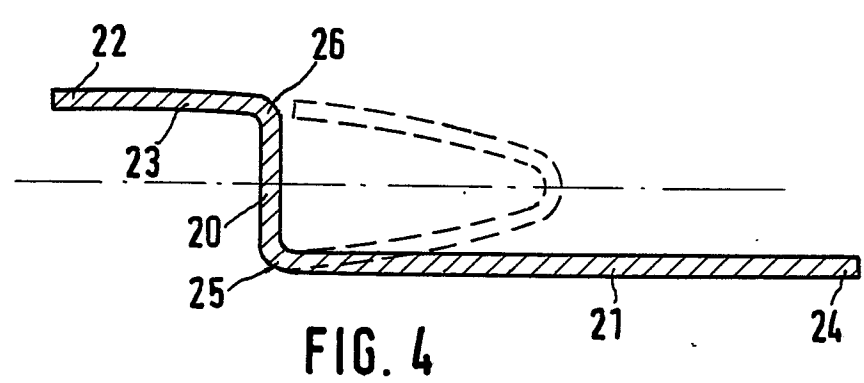
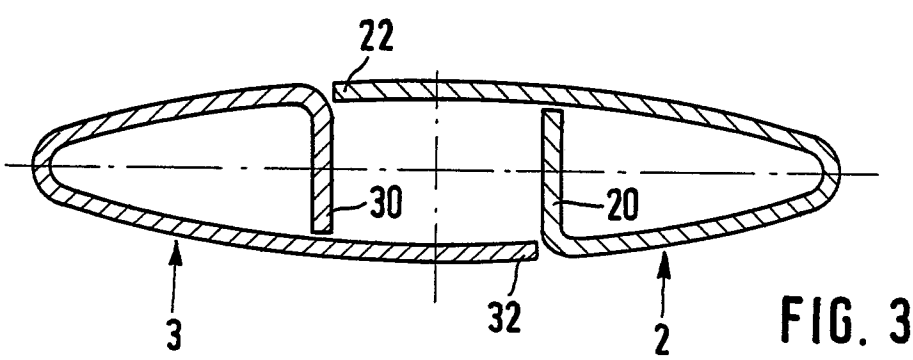
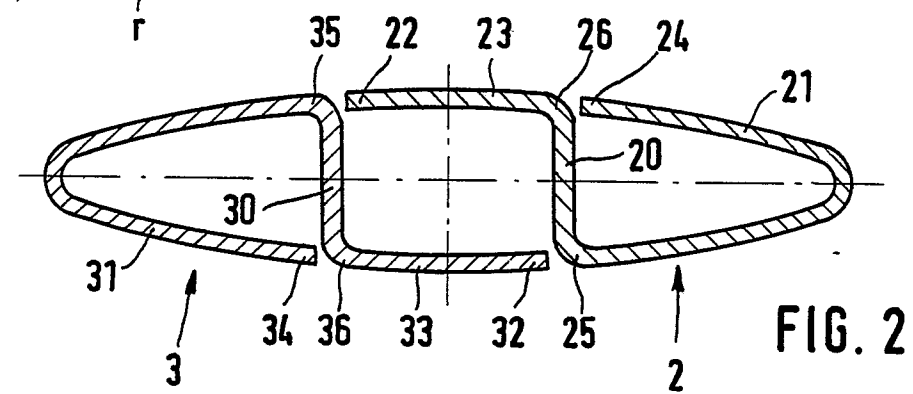
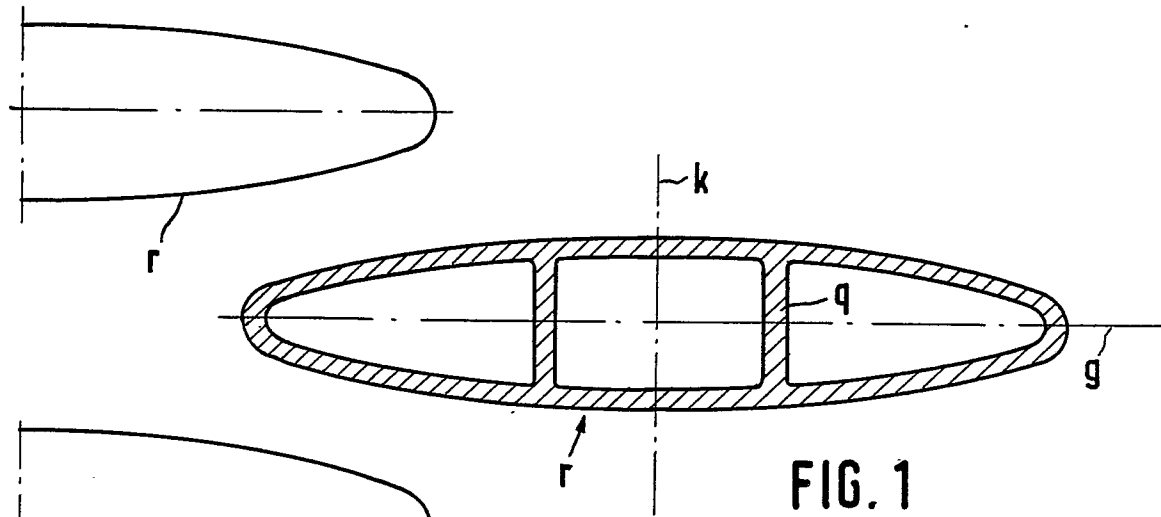
4. Verfahren nach Anspruch 2 oder Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Biegen der Halbzeuge (2, 3) erfolgt, indem das anfänglich ebene Metallband zunächst in eine Rechtwinkel-Z-Kontur mit zwei freien Schenkeln (21, 23) geformt wird und danach der längere (21) der freien Schenkel bei etwa halber Schenkellänge um mehr als 90° soweit gebogen wird, daß seine Endkante (24) an der vom Z-Steg (20, 30) und dem anderen freien Schenkel (23, 33) gebildeten Basiskante (26, 36) anliegt.

5. Verfahren nach Anspruch 2 oder Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß ein Halbzeug in der Weise geformt wird, daß das anfänglich ebene Metallband zunächst zu einem Rechtwinkelprofil mit einem die Länge eines Quersteges (q) aufweisenden kürzeren Schenkel (20) und einem längeren Schenkel (21) gebogen wird und dann der längere Schenkel um eine Stelle, die weniger als die halbe Schenkellänge vom Rechtwinkelscheitel (25) entfernt liegt, soweit gebogen wird, bis er an dem freien Ende des kürzeren Schenkels (20) anliegt.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Entfernung der Biegestelle vom Rechtwinkelscheitel (25) etwa 1/3 der Schenkellänge beträgt.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die zu fügenden freien Schenkel der Halbzeuge und der Zwischenteile nach außen aufgebogene Endkanten (27) aufweisen.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Fügung jedes Halbzeugs (2, 3) als auch die Fügung der Halbzeuge miteinander bzw. mit dem Zwischenteil (1) in demselben Arbeitsgang erfolgt.



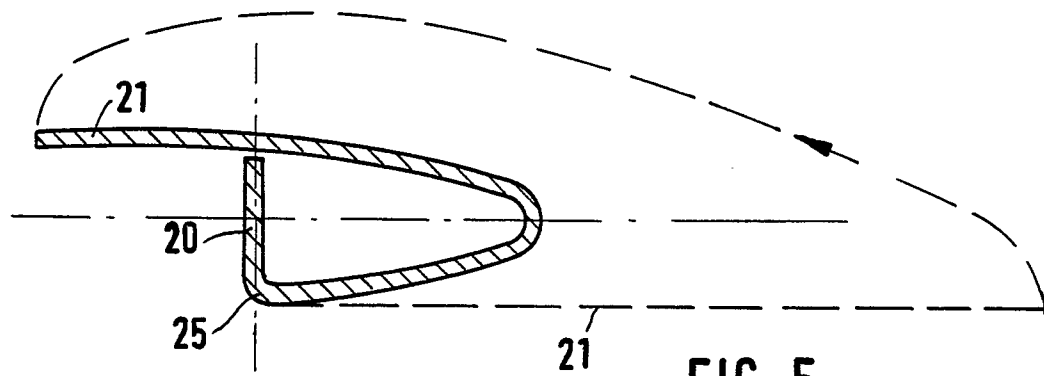


FIG. 5

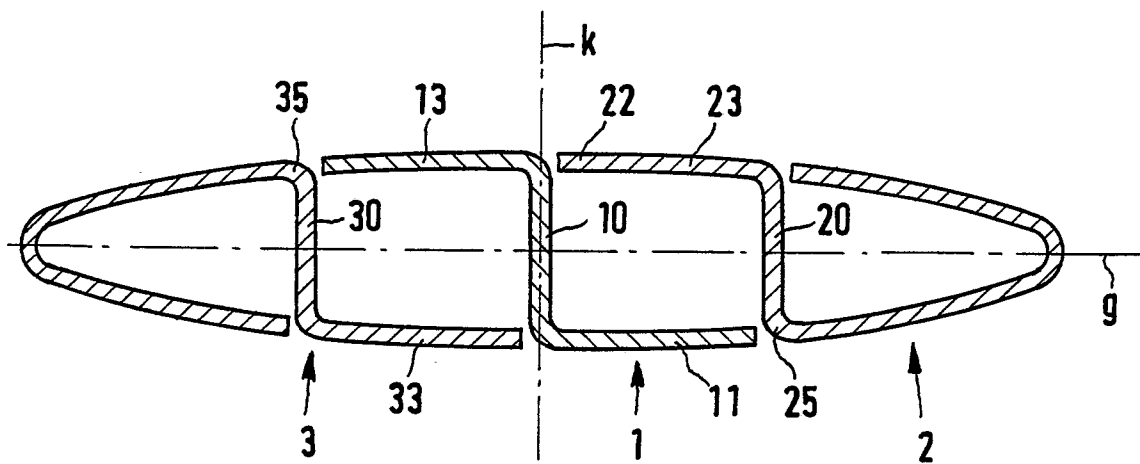


FIG. 6

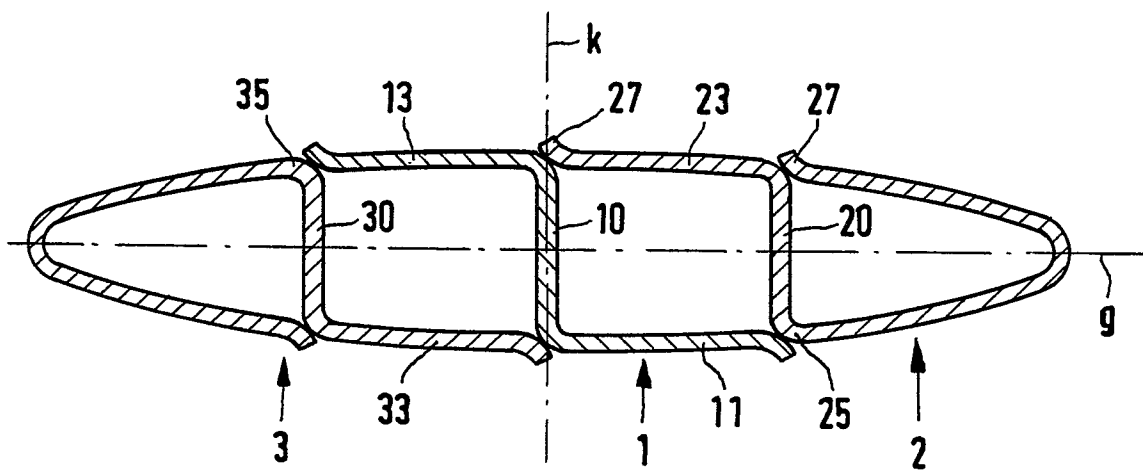


FIG. 7