



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 102 15 442 B4** 2004.02.19

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **102 15 442.2**
(22) Anmeldetag: **09.04.2002**
(43) Offenlegungstag: **06.11.2003**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **19.02.2004**

(51) Int Cl.7: **B62D 25/00**
B62D 27/02

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden.

(71) Patentinhaber:
ThyssenKrupp Stahl AG, 47166 Duisburg, DE

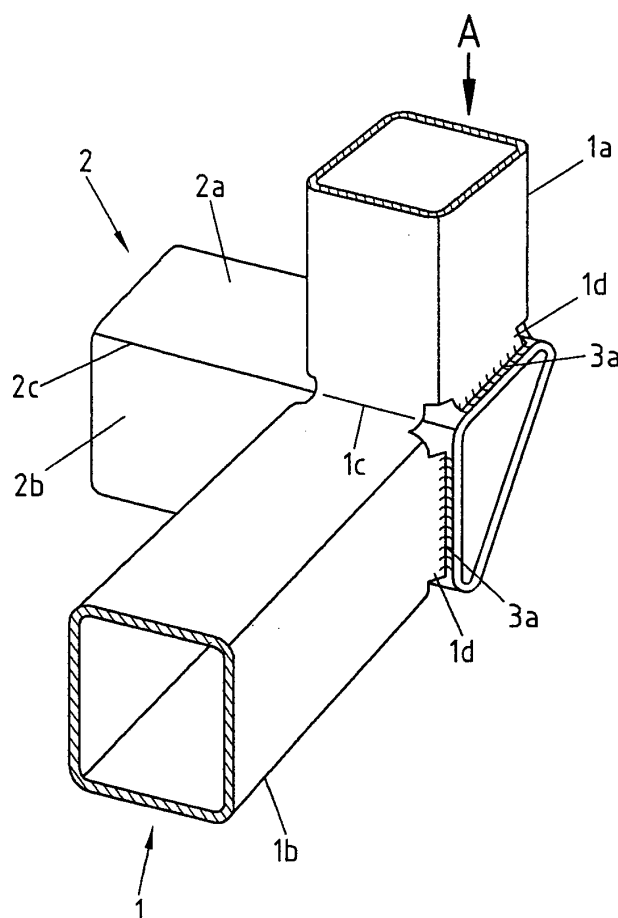
(74) Vertreter:
COHAUSZ & FLORACK, 40211 Düsseldorf

(72) Erfinder:
Patberg, Lothar, Dr.-Ing., 52074 Aachen, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:
DE 37 26 079 A1
EP 05 68 213 B
EP 05 68 251 B1

(54) Bezeichnung: **Dreidimensionale Knotenstruktur**

(57) Hauptanspruch: Aus Hohlprofilen gebildete dreidimensionale Knotenstruktur eines Tragrahmens für Fahrzeuge dadurch gekennzeichnet, dass die Knotenstruktur aus zwei Hohlprofilen (1, 2) besteht, von denen das erste Hohlprofil (1) mindestens eine ebene Seite aufweist und entlang seines Umfangs bis auf einen in der ebenen Seite liegenden Steg (1c) durchtrennt und um diesen Steg (1c) aufgebogen ist, und das zweite Hohlprofil (2) mindestens zwei ebene Seiten aufweist, die an den durch das Trennen und Aufbiegen entstandenen, einander zugekehrten Enden (1a, 1b) des ersten Hohlprofils (1) anliegen, wobei die beiden Hohlprofile (1, 2) an den Randbereichen (1d, 1e, 1f) des ersten Hohlprofils (1) stoffschlüssig miteinander verbunden sind.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine aus Hohlprofilen gebildete dreidimensionale Knotenstruktur eines Tragrahmens für Fahrzeuge sowie ein Verfahren zu deren Herstellung.

Stand der Technik

[0002] Knotenstrukturen für Fahrzeugtragrahmen sind in verschiedenen Ausführungen bekannt. In der EP 0568 213 B1 ist eine dreidimensionale Knotenstruktur mit einem Verbindungsstück zur Verbindung von Elementen eines Fahrzeugtragrahmens beschrieben. Das Verbindungsstück besteht aus einem vorzugsweise strangepressten U-Profil mit zwei Schenkelplatten und einer die Schenkelplatten verbindenden Stegplatte, in das ein Tragelement eingelegt und mit diesem durch Verkleben verbunden ist. Auf den Außenseiten einer Schenkelplatte und der Stegplatte sind im wesentlichen quaderförmige Ansetzstücke befestigt, auf die stirnseitig weitere Tragelemente aufgesteckt und mit dem Verbindungsstück verklebt werden können, so dass sich im Ergebnis die Tragelemente zu einer stabilen Knotenstruktur in kompakter Bauweise verbinden lassen. Nachteilig an dieser Konstruktion ist jedoch, dass sie zur Verbindung der Tragelemente ein weiteres Bauteil in Form des Verbindungsstücks erfordert, was zu einer unerwünschten Erhöhung des Gesamtgewichts des Tragrahmens führt.

[0003] In der EP 0 568 251 B1 ist ein Tragrahmen für Fahrzeuge beschrieben, welcher aus mehreren Baugruppen auf Basis von Hohlprofilen besteht. Die Hohlprofile sind über Knotenstrukturen verschiedener Art in gestreckter oder gewinkelter Lage, vorzugsweise rechtwinkliger Lage, miteinander verbunden. Die Verbindung rechtwinklig zueinander angeordneter Profile, beispielsweise die Verbindung zwischen B-Säule und Seitenschweller, ist über eine T-förmige Knotenstruktur realisiert. Gemäß einer Ausführungsform eines solchen T-Knotens weist ein erstes Hohlprofil mit rechteckigem Querschnitt an seinem einen Ende zwei um jeweils 90° umgebogene, zueinander fluchtend angeordnete Abschnitte mit C-förmigem Querschnitt auf, an die ein zweites Hohlprofil angelegt und mit diesen verschweißt werden kann. Die dreidimensionale Rahmenstruktur ist mittels jeweils zweidimensional ausgebildeter Knotenstrukturen realisiert. Eine dreidimensionale Knotenstruktur, d.h. die gegenseitige Anbindung von sich in drei Raumrichtungen erstreckenden Hohlprofilen in einem Punkt ist hierbei nicht vorgesehen.

[0004] Eine der vorgenannten Ausführungsform eines T-Knotens ähnliche Knotenstruktur ist aus der DE 37 26 079 A1 bekannt. In dieser Druckschrift ist eine Türrahmenkonstruktion für Nutzfahrzeuge, insbesondere Omnibusse, beschrieben. Zentraler Bestandteil dieser Konstruktion ist eine T-Knotenstruktur zur Verbindung zweier im rechten Winkel zueinander

der stehender Hohlprofile als Komponenten des Türrahmens. Dabei ist eines der Hohlprofile an seinem dem anderen Profil zugewandten Ende in sich gegenüberliegenden Seitenflächen derart längs geschnitten, daß zwei U-förmige Anschlußstücke entstehen, die zu einer gewünschten Übergangskontur verformbar und an das anzubindende Profil anlegbar sind. Da es sich bei dem Türrahmen um eine rein zweidimensionale Konstruktion handelt sind hierbei folglich ebenfalls keine dreidimensionalen Knotenstrukturen realisiert.

[0005] Schließlich werden bei einer aus der Praxis bekannten Anwendung der aufgrund fehlender Schweißflansche gewichtsgünstigen Innenhochdruckumform-Technologie (IHU) gebogene Hohlprofile zur Erzeugung einer dreidimensionalen Knotenstruktur eingesetzt. Jedoch erweist es sich dabei als problematisch, dass ein Mindestbiegeradius nicht unterschritten werden kann, so dass einerseits eine Verwendung in Karosseriebereichen mit beengtem Bauraum oftmals nicht in Frage kommt und andererseits vorhandenes Gewichtseinsparungspotential ungenutzt bleibt.

Aufgabenstellung

[0006] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Knotenstruktur der eingangs genannten Art zu schaffen, die bei hoher Steifigkeit sich durch eine kompakte Bauweise und ein geringes Gewicht auszeichnet.

[0007] Diese Aufgabe wird mit einer Knotenstruktur der eingangs genannten Art dadurch gelöst, dass die Knotenstruktur aus zwei Hohlprofilen besteht, von denen das erste Hohlprofil mindestens eine ebene Seite aufweist und entlang seines Umfangs bis auf einen in der ebenen Seite liegenden Steg durchtrennt und um diesen Steg aufgebogen ist, und das zweite Hohlprofil mindestens zwei ebene Seiten aufweist, die an den durch das Trennen und Aufbiegen entstandenen, einander zugekehrten Enden des ersten Hohlprofils anliegen, wobei die beiden Hohlprofile an den Randbereichen des ersten Hohlprofils stoffschlüssig miteinander verbunden sind.

[0008] Der besondere Vorteil dabei ist, dass durch das Auftrennen des ersten Hohlprofils mit anschließender Biegeoperation ein im Vergleich zu konventionell mittels IHU hergestellten Knotenstrukturen extrem kleiner Biegeradius erzielt werden kann, welcher eine sehr kompakte und damit gewichtsoptimierte Bauweise der Knotenstruktur ermöglicht. Gleichzeitig wird eine sehr hohe Steifigkeit erreicht, da die an den Enden des ersten Hohlprofils anliegenden Seitenwände des zweiten Hohlprofils die Knotenstruktur als Schottbleche des ersten Hohlprofils verstärken. Der Einsatz zusätzlicher verstärkender Bauteile in Form von Stützblechen o.ä. ist folglich nicht mehr notwendig, was zu einer gewichtsgünstigen Bauweise beiträgt.

[0009] Bei einer Ausgestaltung der Erfindung liegen

die Konturen der beiden Hohlprofile möglichst spaltfrei aneinander. Dadurch ergibt sich eine verbesserte Verteilung der im Falle eines Crashes wirkenden Kräfte auf den gesamten Tragrahmen, wodurch die Gefahr des Kollabierens einzelner Elemente des Tragrahmens reduziert wird. Insbesondere wird das Auftreten punktueller Belastungsspitzen vermieden, da die Hohlprofile formschlüssig aneinander liegen. Da solche dreidimensionale Knotenstrukturen speziell im Bereich der Fahrgastzelle eingesetzt werden, ergibt sich somit ein erhöhter Schutz für die Fahrzeuginsassen im Falle eines Crashes.

[0010] Nach einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung weisen die einander zugekehrten Enden des ersten Hohlprofils vorstehende Randbereiche auf, welche an dem zweiten Hohlprofil anliegen. Diese bilden für das Verbinden der beiden Hohlprofile durch Schweißen, Löten oder ein anderes Fügeverfahren gut nutzbare Anbindungszonen.

[0011] Wird die Knotenstruktur in besonders belasteten Bereichen des Fahrzeugtragrahmens eingesetzt, ist es zweckmäßig, dass im Bereich der Kanten des ersten Hohlprofils entlang des Trennschnitts sich über den gesamten Kantenradius erstreckende, dem Kantenradius entsprechend gekrümmte viereckige Ausschnitte symmetrisch zum Trennschnitt ausgeschnitten sind. Somit wird eine belastungsbedingte Kerbwirkung in den Ecken der einander zugekehrten Enden des ersten Hohlprofils weitgehend vermieden. In diesem Zusammenhang erweist es sich als besonders vorteilhaft, wenn die ausgeschnittenen Ausschnitte abgerundete Ecken aufweisen. Bei einem Einsatz der Knotenstruktur in weniger belasteten Bereichen des Fahrzeugtragrahmens kann auf diese Ausgestaltungen im Sinne einer kostengünstigen Fertigung verzichtet werden.

[0012] Ferner wird die oben angegebene Aufgabe durch ein Verfahren zur Herstellung der erfindungsgemäßen Knotenstruktur mit den folgenden Schritten gelöst:

- a) Auftrennen eines ersten Hohlprofils mit mindestens einer ebenen Seite entlang seines Umfangs bis auf einen in der ebenen Seite liegenden Steg.
- b) Aufbiegen des ersten, teilweise aufgetrennten Hohlprofils um den in der ebenen Seite liegenden Steg,
- c) Ansetzen eines zwei ebene Seiten aufweisenden zweiten Hohlprofils mit diesen Seiten an die durch das Trennen und Aufbiegen entstandenen, einander zugekehrten Enden des ersten Hohlprofils und
- d) stoffschlüssiges Verbinden des zweiten Hohlprofils mit dem ersten Hohlprofil an dessen Randbereichen.

[0013] Durch das Aufbiegen des ersten Hohlprofils kann die Geometrie der dreidimensionalen Knotenstruktur ohne übermäßigen fertigungstechnischen Aufwand den räumlichen Vorgaben des Anwenders angepasst werden. Dabei muss der Winkel zwischen

den zwei ebenen Seiten des zweiten Hohlprofils mit dem Biegewinkel übereinstimmen, um ein möglichst spaltfreies Aneinanderliegen der beiden Hohlprofile zu ermöglichen.

[0014] Nach einer weiteren Ausgestaltung des Verfahrens ist vorgesehen, dass vor dem Auftrennen das erste Hohlprofil entlang seines Umfangs bis auf einen in der ebenen Seite liegenden Steg ausgeformt wird und dass der Trennschnitt mittig durch die Ausformung gelegt wird. Dadurch lassen sich mithilfe des Trennvorgangs an den einander zugekehrten Enden des ersten Hohlprofils vorstehende Randbereiche erzeugen, welche sich flächig an die ebenen Seiten des zweiten Hohlprofils anlegen und günstige geometrische Verhältnisse für die stoffschlüssige Verbindung der beiden Hohlprofile und damit auch hinsichtlich ihrer Belastbarkeit schaffen. Die Ausformung wird dabei bevorzugt durch Innenhochdruckformen in das erste Hohlprofil eingebracht.

[0015] Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des Verfahrens ist vorgesehen, dass das Auftrennen des ersten Hohlprofils durch Laserstrahlschneiden erfolgt. Dies ermöglicht präzise geschnittene Kanten, wodurch ebenfalls das stoffschlüssige Verbinden der Hohlprofile erleichtert wird.

[0016] Die Hohlprofile können durch Schweißen oder Löten verbunden werden, wobei sich der Einsatz von Laserstrahlung zum Schweißen oder Löten wiederum als besonders vorteilhaft erweist.

Ausführungsbeispiel

[0017] Im folgenden wird die Erfindung anhand einer ein Ausführungsbeispiel darstellenden Zeichnung erläutert. Im einzelnen zeigen:

[0018] **Fig. 1** eine aus Hohlprofilen gebildete dreidimensionale Knotenstruktur eines Tragrahmens für Fahrzeuge in perspektivischer Ansicht,

[0019] **Fig. 2** die Knotenstruktur der **Fig. 1** in Draufsicht aus der Sicht des Pfeils A in **Fig. 1**,

[0020] **Fig. 3** die Knotenstruktur der **Fig. 1** unter Weglassen der Schweißnähte aus der Sicht des Pfeils A in **Fig. 1**,

[0021] **Fig. 4** die Knotenstruktur der **Fig. 1** im Querschnitt nach Linie B-B der **Fig. 2**,

[0022] **Fig. 5a–e** die Verfahrensschritte zur Herstellung der Knotenstruktur der **Fig. 1**, Die in **Fig. 1** dargestellte dreidimensionale Knotenstruktur besteht aus zwei Hohlprofilen **1**, **2**, welche zusammen die Form eines Dreibeins bilden und stoffschlüssig miteinander verbunden sind. Das erste Hohlprofil **1**, das einen im wesentlichen quadratischen Querschnitt aufweist, ist entlang seines Umfangs bis auf einen Steg **1c** aufgetrennt und um den Steg **1c** aufgebogen, so dass zwei einander zugekehrte Enden **1a**, **1b** des Hohlprofils **1** entstehen. Das zweite Hohlprofil **2** weist einen Querschnitt in Form eines gleichschenkeligen Dreiecks auf und liegt mit seinen Schenkelseiten **2a**, **2b** an den Enden **1a**, **1b** des ersten Hohlprofils **1** an. Dabei entspricht der Winkel zwischen den

Schenkelseiten **2a**, **2b** dem Biegewinkel, so dass die Schenkelseiten **2a**, **2b** an den Stirnseiten der Enden **1a**, **1b** des Hohlprofils **1** möglichst spaltfrei anliegen. [0023] Die beiden Enden **1a**, **1b** des Hohlprofils **1** weisen entlang ihres Trennschnitts umgebogene Randbereiche **1d**, **1e**, **1f** auf, welche an den Schenkelseiten **2a**, **2b** des Hohlprofils **2** anliegen. Mit seinem stirnseitigen Ende schließt das Hohlprofil **2** dabei annähernd bündig mit den umgebogenen Randbereichen **1d** der Enden **1a**, **1b** ab, woraus sich die erwähnte Form eines Dreibeins ergibt. Eine Verlängerung über das Hohlprofil **1** hinaus ist allerdings denkbar. Die beiden Enden **1a**, **1b** des Hohlprofils **1** sind an ihren umgebogenen Randbereichen **1d**, **1e**, **1f** mit den Schenkelseiten des zweiten Hohlprofils über Schweißnähte **3a**, **3b**, **3c** verbunden. Die gemeinsame Kante **2c** der Schenkelseiten **2a**, **2b** des Hohlprofils **2** ist mit dem Steg **1c** des Hohlprofils **1** über eine Schweißnaht **3d** verbunden.

[0024] Die Fig. 2 und 3 zeigen die Knotenstruktur in einer Draufsicht, wobei in Fig. 2 aus Gründen der Übersichtlichkeit auf die Darstellung der Schweißnähte verzichtet ist.

[0025] In Fig. 5a–e sind die einzelnen Verfahrensschritte zur Herstellung der Knotenstruktur dargestellt. Wie in Fig. 5a gezeigt, wird zunächst mittels Innenhochdruckumformens eine Ausformung **1x** in drei Seiten des Hohlprofils **1** entlang dessen Umfangs eingebracht. Sodann wird das Hohlprofil **1** entlang der Mitte der Ausformung **1x** vorzugsweise durch Laserstrahlschneiden bis auf einen Steg **1c** in der nicht ausgeformten vierten Seite aufgetrennt (Fig. 5b). Dabei wird das Schneidwerkzeug derart geführt, dass im Bereich der Kanten des Hohlprofils (**1**) sich über den gesamten Kantenradius erstreckende, dem Kantenradius entsprechend gekrümmte viereckige Ausschnitte (**1g**) symmetrisch zum Trennschnitt ausgeschnitten werden. Dadurch werden entlang des Trennschnitts vorstehende Randbereiche **1d**, **1e**, **1f** erzeugt. Anschließend wird das Hohlprofil **1** um den Steg **1c** um den Biegewinkel α aufgebogen (Fig. 5c). In einem nächsten Schritt wird das Hohlprofil **2** mit seinen Schenkelseiten **2a**, **2b**, deren eingeschlossener Winkel dem Biegewinkel α entspricht, an die Enden **1a**, **1b** des Hohlprofils **1** angesetzt (Fig. 5d), so dass die vorstehenden Randbereiche **1d**, **1e**, **1f** allesamt an den Schenkelseiten **2a**, **2b** anliegen. In einem in Fig. 5e gezeigten letzten Schritt werden die Enden **1a**, **1b** des Hohlprofils **1** mit den Schenkelseiten **2a**, **2b** des Hohlprofils **2** an den vorstehenden Randbereichen **1d**, **1e**, **1f** verschweißt. Zudem wird der Steg **1c** mit der gemeinsamen Kante **2c** der Schenkelseiten **2a**, **2b** verschweißt.

Patentansprüche

1. Aus Hohlprofilen gebildete dreidimensionale Knotenstruktur eines Tragrahmens für Fahrzeuge **dadurch gekennzeichnet**, dass die Knotenstruktur

aus zwei Hohlprofilen (**1**, **2**) besteht, von denen das erste Hohlprofil (**1**) mindestens eine ebene Seite aufweist und entlang seines Umfangs bis auf einen in der ebenen Seite liegenden Steg (**1c**) durchtrennt und um diesen Steg (**1c**) aufgebogen ist, und das zweite Hohlprofil (**2**) mindestens zwei ebene Seiten aufweist, die an den durch das Trennen und Aufbiegen entstandenen, einander zugekehrten Enden (**1a**, **1b**) des ersten Hohlprofils (**1**) anliegen, wobei die beiden Hohlprofile (**1**, **2**) an den Randbereichen (**1d**, **1e**, **1f**) des ersten Hohlprofils (**1**) stoffschlüssig miteinander verbunden sind.

2. Knotenstruktur nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, dass die Konturen der beiden Hohlprofile (**1**, **2**) möglichst spaltfrei aneinander liegen.

3. Knotenstruktur nach Anspruch 1 oder 2 dadurch gekennzeichnet, dass das erste Hohlprofil (**1**) an seinen einander zugekehrten Enden (**1a**, **1b**) vorstehende Randbereiche (**1d**, **1e**, **1f**) aufweist, die an dem zweiten Hohlprofil (**2**) anliegen.

4. Knotenstruktur nach einem der Ansprüche 1 bis 3 dadurch gekennzeichnet, dass im Bereich der Kanten des ersten Hohlprofils (**1**) entlang des Trennschnitts sich über den gesamten Kantenradius erstreckende, dem Kantenradius entsprechend gekrümmte viereckige Ausschnitte (**1g**) symmetrisch zum Trennschnitt ausgeschnitten sind.

5. Knotenstruktur nach Anspruch 4 dadurch gekennzeichnet, dass die ausgeschnittenen Ausschnitte (**1g**) abgerundete Ecken aufweisen.

6. Verfahren zur Herstellung einer Knotenstruktur nach Anspruch 1 gekennzeichnet durch folgende Verfahrensschritte:

- a) Auftrennen eines ersten Hohlprofils (**1**) mit mindestens einer ebenen Seite entlang seines Umfangs bis auf einen in der ebenen Seite liegenden Steg (**1c**).
- b) Aufbiegen des ersten, teilweise aufgetrennten Hohlprofils (**1**) um den in der ebenen Seite liegenden Steg,
- c) Ansetzen eines zwei ebene Seiten aufweisenden zweiten Hohlprofils (**2**) mit diesen Seiten (**2a**, **2b**) an die durch das Trennen und Aufbiegen entstandenen, einander zugekehrten Enden (**1a**, **1b**) des ersten Hohlprofils (**1**)
- d) stoffschlüssiges Verbinden des zweiten Hohlprofils (**2**) mit dem ersten Hohlprofil (**1**) an dessen Randbereichen (**1d**, **1e**, **1f**).

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass vor dem Auftrennen das erste Hohlprofil (**1**) entlang seines Umfangs bis auf einen in der ebenen Fläche liegenden Steg (**1c**) ausgeformt wird und dass der Trennschnitt mittig durch die Ausformung (**1x**) gelegt wird.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Ausformung (**1x**) durch Innenhochdruckumformen in das erste Hohlprofil (**1**) eingebracht wird.

9. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Auftrennung des ersten Hohlprofils (**1**) durch Laserstrahlschneiden erfolgt.

10. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Hohlprofile (**1,2**) durch Schweißen oder Löten verbunden werden.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Schweißung oder Lötung mittels Laserstrahlung erfolgt .

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

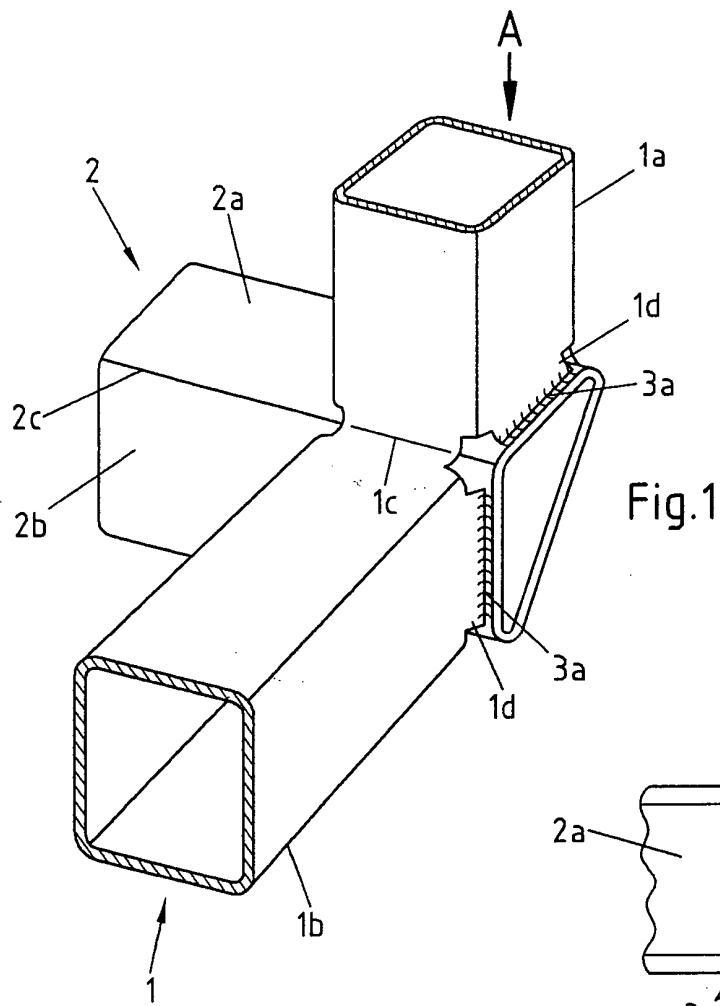


Fig.1

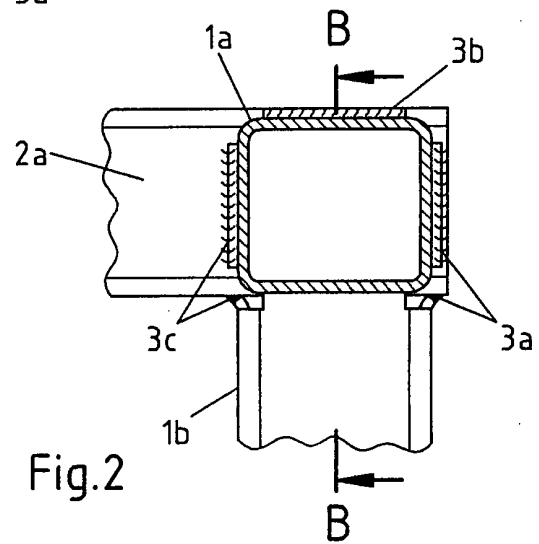


Fig.2

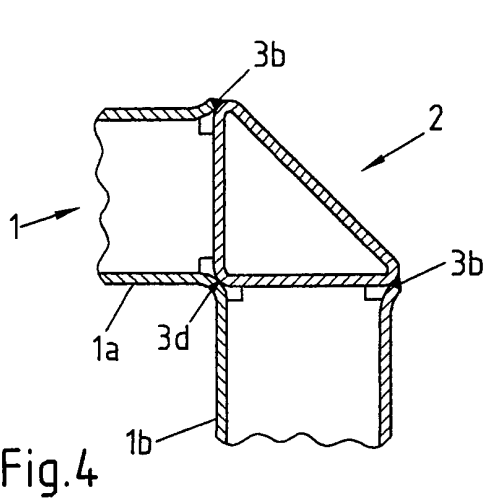


Fig.4

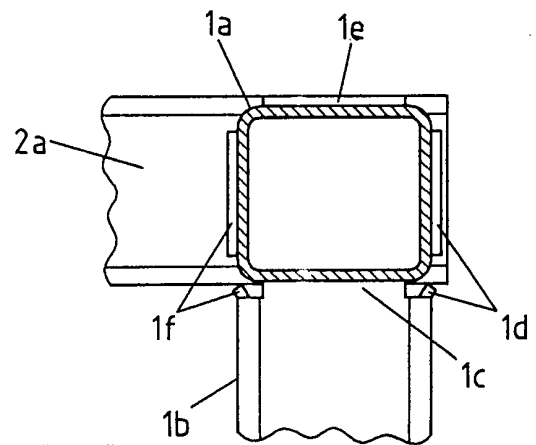


Fig.3

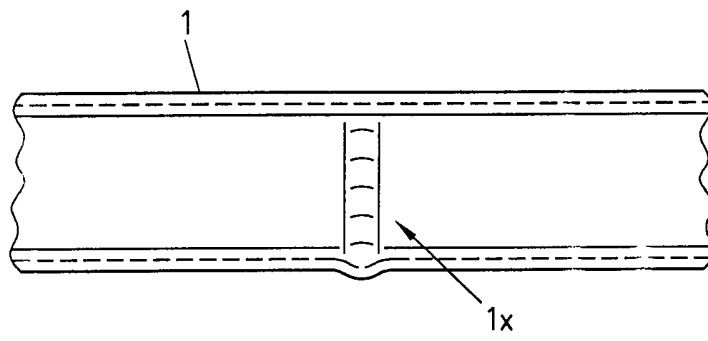


Fig.5a

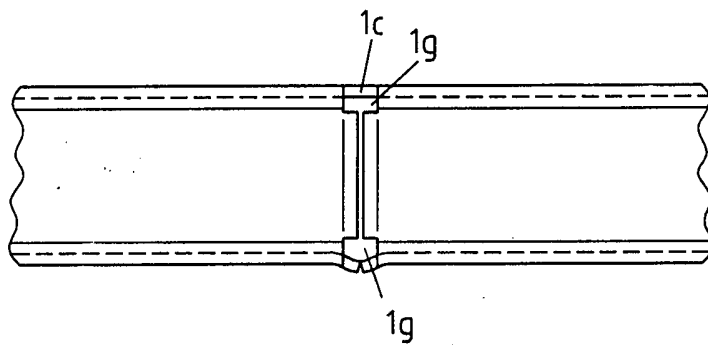


Fig.5b

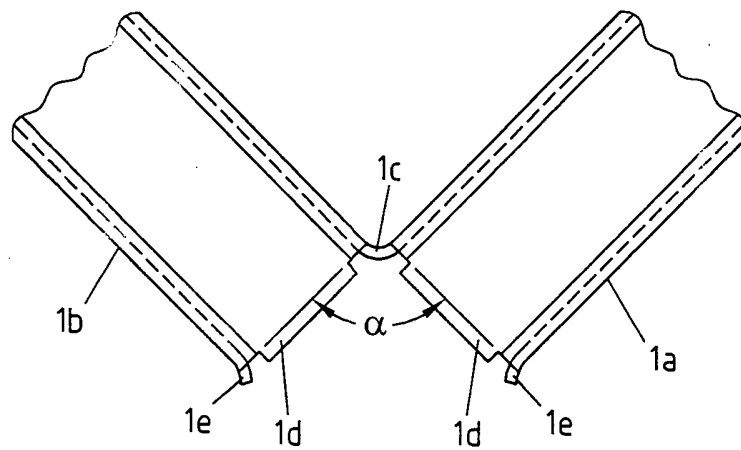


Fig.5c

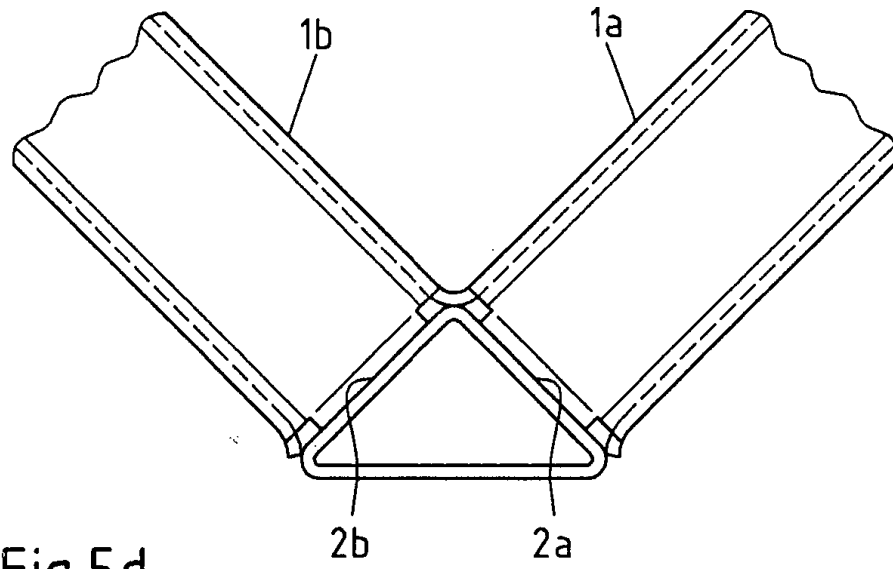


Fig.5d

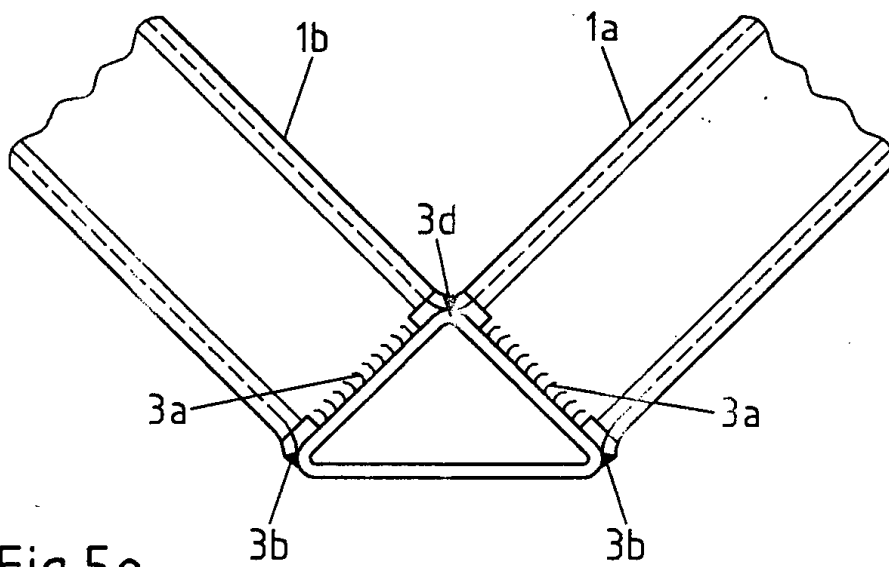


Fig.5e