

(19)



(11)

EP 2 567 763 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

13.03.2013 Patentblatt 2013/11

(51) Int Cl.:

B21D 37/16 (2006.01)**B23P 15/24** (2006.01)(21) Anmeldenummer: **11180166.8**(22) Anmeldetag: **06.09.2011**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

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

Benannte Erstreckungsstaaten:

BA ME(71) Anmelder: **GMF Umformtechnik GmbH****14974 Ludwigsfelde (DE)**

(72) Erfinder:

- **Domange, Nicolas**
92400 Courbevoie (FR)
- **Overrath, Dr., Jens**
31515 Wunstorf (DE)

(74) Vertreter: **Cohausz & Florack****Bleichstraße 14
40211 Düsseldorf (DE)**(54) **Formwerkzeug mit innerhalb von Werkzeugteilen verzweigten Kühlkanalbohrungen**

(57) Die Erfindung betrifft ein Formwerkzeug zum Warmumformen von Metallblech, insbesondere Presshärten von Metallblech, mit mehreren aneinanderliegenden, eine Formfläche definierenden Werkzeugteilen, wobei die Formfläche komplementär zu mindestens einem Abschnitt eines durch Warmumformen herzustellenden Blechformbauteils (7') ausgebildet ist, und wobei die Werkzeugteile Kühlkanäle (8, 9, 9.1, 9.2, 9.3) in Form von Bohrungen aufweisen, die sich entlang der Formfläche erstrecken. Erfindungsgemäß weisen mindestens

zwei der Werkzeugteile jeweils mindestens einen sich innerhalb des Werkzeugteils in mindestens zwei Kühlkanalzweige (9.2, 9.3) verzweigenden Kühlkanal (9.1) auf, wobei sich die auseinanderlaufenden bzw. zusammenlaufenden Bohrungsachsen der Kühlkanalzweige (9.2, 9.3) entlang der Formfläche erstrecken. Hierdurch wird ein gattungsgemäßes Formwerkzeug (Presswerkzeug) geschaffen, das eine hohe, gleichmäßige Kühlleistung über eine große Formfläche bietet und sich vergleichsweise günstig herstellen lässt.

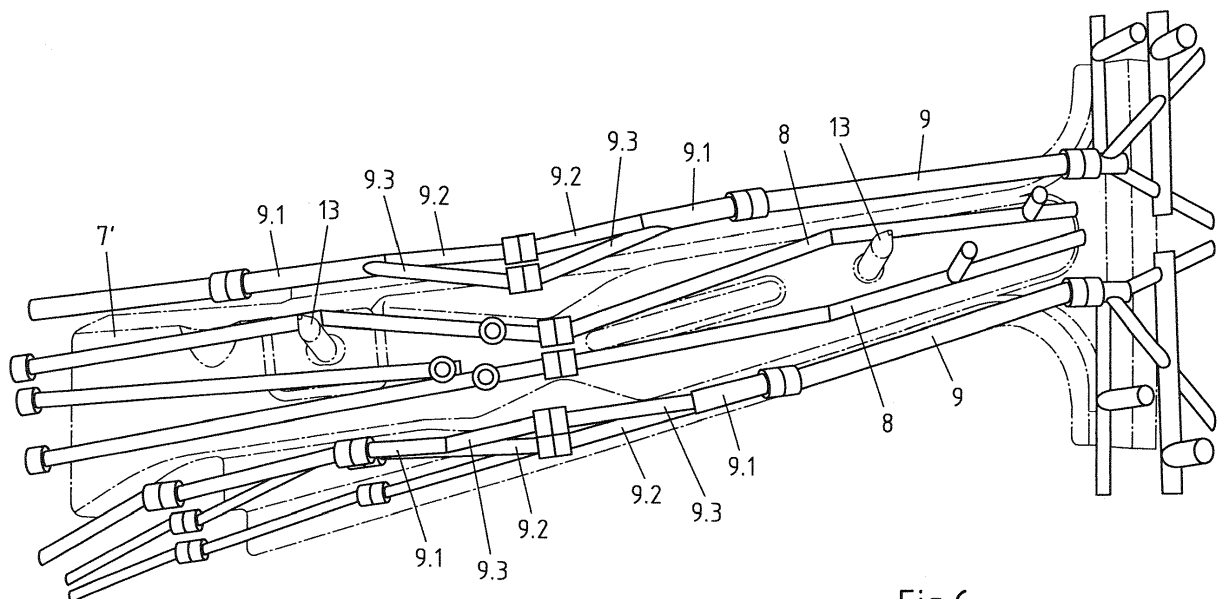


Fig.6

EP 2 567 763 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Formwerkzeug zum Warmumformen von Metallblech, insbesondere Presshärten von Metallblech, mit mehreren aneinanderliegenden, eine Formfläche definierenden Werkzeugteilen, wobei die Formfläche komplementär zu mindestens einem Abschnitt eines durch Warmumformen herzustellenden Blechformbauteils ausgebildet ist, und wobei die Werkzeugteile Kühlkanäle in Form von Bohrungen aufweisen, die sich entlang der Formfläche erstrecken.

[0002] Bei der Warmumformung von Stahlblechen werden Stahlblechplatten in einer Wärmebehandlungsvorrichtung auf Austenitisierungstemperatur erhitzt, anschließend im heißen Zustand in ein Formwerkzeug (Presswerkzeug) eingelegt und umgeformt. Noch im Formwerkzeug eingespannt werden die Blechformbauteile durch Kühlung des Formwerkzeuges gehärtet. Durch das gleichzeitige Umformen und Abkühlen der heißen Stahlplatten nach der Austenitisierung wird eine martensitische Gefügestruktur im Endprodukt erzielt, die dem Bauteil eine Streckgrenze und eine Zugfestigkeit oberhalb von 1000 MPa bzw. 1500 MPa verleihen. Bei den dabei verwendeten Stahlblechen handelt es sich üblicherweise um borlegierte Stahlgüten, beispielsweise um die Stahlgüte 22MnB5. Pressgehärtete Stahlblechformteile zeichnen sich durch eine hohe bis sehr hohe Festigkeit bei relativ geringem Bauteilgewicht aus.

[0003] Bekannte Formwerkzeuge zum Presshärten von Stahlblechen weisen gebohrte Kühlkanäle für den Umlauf von Kühlflüssigkeit auf.

[0004] Des Weiteren sind Formwerkzeuge zum Presshärten von Stahlblechen bekannt, deren Stempel und Matrize jeweils aus einem die Formfläche definierenden Außenteil und einem dazu komplementären Innenteil (Einsatzteil) gebildet sind, wobei in mindestens eine der einander zugewandten Flächen des Außenteils und des Innenteils mindestens ein Kühlkanal für den Umlauf von Kühlflüssigkeit ausgebildet ist, und zwar durch Fräsbearbeitung und/oder beim Gießen des Außenteils bzw. Innenteils (vgl. DE 10 2007 047 314 A1). Die Herstellung der komplementär aneinanderliegenden Außen- und Innenteile solcher Formwerkzeuge ist sehr aufwendig, wobei insbesondere die leckagefreie Abdichtung des im Bereich der Teilungsfläche zwischen Außen- und Innenteil verlaufenden Kühlkanals schwierig ist.

[0005] Aus der US 2006/0138698 A1 ist ein Formwerkzeug zum Presshärten von Metallblechen bekannt, dessen Stempel und Matrize jeweils aus einer Vielzahl scheibenförmiger, miteinander verbundener Werkzeugteile aufgebaut sind, wobei die aneinanderliegenden Flächen der Werkzeugteile des Stempels bzw. der Matrize jeweils quer zur Längsachse des Formwerkzeuges bzw. des darin durch Warmumformen herzustellenden Blechbauteils verlaufen. Die scheibenförmigen Werkzeugteile des Stempels bzw. der Matrize weisen dabei jeweils miteinander in Verbindung stehende Abschnitte von gebohrten Verteil- bzw. Sammelkanälen für Kühlflüssigkeit auf, wo-

bei in den aneinanderliegenden Flächen der Werkzeugteile Kühlkanäle eingefräst sind, die von den Verteil- bzw. Sammelkanälen abzweigen und konturparallel zur Formfläche des jeweiligen scheibenförmigen Werkzeugteils verlaufen. Die leckagefreie Abdichtung der aneinanderliegenden scheibenförmigen Werkzeugteile sollte einfacher und zuverlässiger möglich sein als es bei Formwerkzeugen gemäß der DE 10 2007 047 314 A1 der Fall ist. Die Fertigung des aus der US 2006/0138698 A1 bekannten Formwerkzeuges ist jedoch aufgrund der hohen Anzahl der scheibenförmigen Werkzeugteile sehr zeit- und kostenaufwendig. Zudem ergibt sich aufgrund der Kühlkanalanordnung, die durch eine Vielzahl gefräster, quer zur Längsachse des Formwerkzeuges verlaufender Kühlkanäle sowie durch eine geringe Anzahl von Kühlwasseranschlüssen an den Verteil- bzw. Sammelkanälen gekennzeichnet ist, eine sehr ungleichmäßige Strömungsgeschwindigkeit in den einzelnen gefrästen Kühlkanälen und damit eine entsprechend ungleichmäßige Kühlleistung über die jeweilige Formfläche.

[0006] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Formwerkzeug (Presswerkzeug) zu schaffen, das eine hohe und gleichmäßige Kühlleistung über eine große Formfläche bietet und sich vergleichsweise günstig herstellen lässt.

[0007] Diese Aufgabe wird durch ein Formwerkzeug mit den in Anspruch 1 angegebenen Merkmalen gelöst.

[0008] Das erfindungsgemäße Formwerkzeug ist aus mehreren aneinanderliegenden, eine Formfläche definierenden Werkzeugteilen aufgebaut, wobei die Formfläche komplementär zu mindestens einem Abschnitt eines durch Warmumformen herzustellenden Blechformbauteils ausgebildet ist, und wobei die Werkzeugteile Kühlkanäle in Form von Bohrungen aufweisen, die sich entlang der Formfläche erstrecken. Erfindungsgemäß weisen mindestens zwei der Werkzeugteile jeweils mindestens einen sich innerhalb des Werkzeugteils in mindestens zwei Kühlkanalzweige verzweigenden Kühlkanal auf, wobei sich die auseinanderlaufenden bzw. zusammenlaufenden Bohrungssachsen der Kühlkanalzweige entlang der Formfläche erstrecken.

[0009] Die Ausbildung der Kühlkanäle als Bohrungen ist in fertigungstechnischer Hinsicht vorteilhaft. Denn die Bohrungen lassen sich vergleichsweise kostengünstig herstellen und sind aufgrund ihres radialen Abstandes zur Formfläche der Werkzeugteile hin insoweit zuverlässig abgedichtet. Zudem lassen sich die einander zugeordneten Bohrungsenden der aneinanderliegenden Werkzeugteile auf relativ einfache Weise leckagefrei verbinden. Durch die Verzweigung der gebohrten Kühlkanäle innerhalb der Werkstückteile ist es zum einen möglich, den Verlauf der Kühlkanäle besser an den Konturverlauf der Formfläche bzw. des herzustellenden Blechbauteils anpassen zu können. Zum anderen ist es durch die erfindungsgemäße Kühlkanalanordnung möglich, die Unterteilung des Formwerkzeuges in aneinanderliegende Werkzeugteile möglichst gering zu halten. Je geringer die Unterteilung des Formwerkzeuges in mehrere

aneinanderliegende Werkzeugteile ist, desto geringer ist der Fertigungsaufwand für das Formwerkzeug und desto geringer ist der erforderliche Aufwand zur gegenseitigen Abdichtung der Werkzeugteile. Insbesondere lässt sich durch die erfindungsgemäße Ausgestaltung und Anordnung der Kühlkanäle eine sehr hohe Strömungsgeschwindigkeit der Kühlflüssigkeit in den Kühlkanälen sowie eine relativ gleichmäßige Geschwindigkeitsverteilung über die benachbarten Kühlkanäle erzielen, so dass sich eine entsprechend hohe sowie gleichmäßige Kühlleistung bezogen auf die Formfläche des Formwerkzeuges ergibt. Es liegt jedoch auch im Rahmen der Erfindung, die Kühlleistung gezielt zu beeinflussen, insbesondere an eine gewünschte Festigkeitsverteilung für das herzustellende Bauteil anzupassen, indem in dem Formwerkzeug örtlich unterschiedliche Kühlleistungen eingestellt werden. Eine solche angepasste Temperierung ("Tailored Tempering") kann beispielsweise durch unterschiedlich dimensionierte Kühlkanäle bzw. Kühlkanalbohrungsdurchmesser erreicht werden.

[0010] Die Werkzeugteile des erfindungsgemäßen Formwerkzeuges können einen oder mehrere sich innerhalb des Werkzeugteiles verzweigende gebohrte Kühlkanäle aufweisen. Insbesondere kann der verzweigte Kühlkanal auch mehrere Verzweigungen, d.h. mehr als zwei Kühlkanalzweige aufweisen, wobei die Kühlkanalzweige des jeweiligen Werkzeugteils alle auf einer der beiden Verbindungsflächen des Werkzeugteiles enden können, oder aber auch zum Teil auf der einen der beiden Verbindungsflächen und im Übrigen auf der anderen der beiden Verbindungsflächen enden können. Die gebohrten Kühlkanalzweige des betreffenden Werkzeugteils definieren jeweils einen Durchgang, der von dem zugehörigen verzweigten Kühlkanal ausgeht bzw. an diesem mündet. Die Längsmittelachsen der in dem betreffenden Werkzeugteil vorgesehenen Kühlkanalzweige schließen einen spitzen Winkel - oder bei mehr als zwei gebohrten Kühlkanalzweigen gegebenenfalls mehrere spitze Winkel - ein. Das Maß des spitzen Winkels liegt dabei vorzugsweise im Bereich von 5° bis 45°, besonders bevorzugt im Bereich von 5° bis 30°.

[0011] Ferner können die Werkzeugteile des erfindungsgemäßen Formwerkzeuges auch Werkzeugteile ohne Kühlkanäle sowie Werkzeugteile mit einem oder mehreren nichtverzweigten Kühlkanälen umfassen. So können beispielsweise zwischen zwei Werkzeugteilen, welche jeweils mindestens einen sich innerhalb des Werkzeugteils in mindestens zwei Kühlkanalzweige verzweigenden Kühlkanal aufweisen, ein oder mehrere Werkzeugteile angeordnet sein, die einen oder mehrere unverzweigte Kühlkanäle in Form von Bohrungen aufweisen.

[0012] Zur Erzielung einer möglichst hohen Kühlflüssigkeitsgeschwindigkeit bzw. Kühlleistung ist es ferner günstig, wenn nach einer bevorzugten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Formwerkzeuges die Summe der lichten Querschnittsflächen der mindestens zwei Kühlkanalzweige im Bereich des 1,0-fachen bis 1,3-fa-

chen, vorzugsweise im Bereich des 1,0-fachen bis 1,2-fache der lichten Querschnittsfläche des sich verzweigenden Kühlkanals liegt. Beispielsweise kann der Durchmesser des sich verzweigenden Kühlkanals 12 mm betragen, während zwei von dem Kühlkanal abzweigende Kühlkanalzweige jeweils einen Durchmesser von 9 mm aufweisen. Die Summe der lichten Querschnittsflächen der beiden Kühlkanalzweige beträgt in diesem Fall ca. 127,2 mm², während der sich verzweigende Kühlkanal eine lichte Querschnittsfläche von ca. 113,1 mm² aufweist.

[0013] Hinsichtlich einer gleichmäßigen Kühlung des heißen Blechbauteils ist es ferner günstig, wenn nach einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung der kürzeste radiale Abstand des jeweiligen Kühlkanalzweiges von der Formfläche gleich dem kürzesten radialen Abstand eines weiteren der mindestens zwei Kühlkanalzweige ist oder sich von demselben um nicht mehr als 20%, vorzugsweise nicht mehr als 10% unterscheidet. Eine weitere bevorzugte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Formwerkzeuges sieht in diesem Zusammenhang vor, dass der kürzeste Abstand des jeweiligen sich verzweigenden Kühlkanals von der Formfläche gleich dem kürzesten Abstand eines der mindestens zwei Kühlkanalzweige ist oder sich von demselben um nicht mehr als 20%, vorzugsweise nicht mehr als 10% unterscheidet.

[0014] Nach einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung ist vorgesehen, dass der kürzeste radiale Abstand des jeweiligen Kühlkanalzweiges und/oder des sich verzweigenden Kühlkanals von der Formfläche des Werkzeugteiles im Bereich des 0,5- bis 1,2-fachen des Durchmessers des jeweiligen Kühlkanalzweiges bzw. sich verzweigenden Kühlkanals liegt.

[0015] Insbesondere bei der Herstellung sehr komplex geformter Stahlblechbauteile ist es zur gleichmäßigen Kühlung bestimmter Abschnitte des Formwerkzeuges günstig, wenn sich der Kühlflüssigkeitsstrom in Längsrichtung des Stahlblechbauteils mehrfach verzweigt. Eine weitere Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Formwerkzeuges sieht dementsprechend vor, dass mindestens einer der Kühlkanalzweige eines der Werkzeugteile mit einem Kühlkanal des nächsten Werkzeugteils in Verbindung steht, der sich innerhalb dieses nächsten Werkzeugteils in mindestens zwei weitere Kühlkanalzweige verzweigt, wobei sich die Bohrungsachsen dieser weiteren Kühlkanalzweige entlang der Formfläche erstrecken.

[0016] Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Formwerkzeuges ist dadurch gekennzeichnet, dass dessen Matrize mindestens einen beweglichen Bodenteil aufweist. Mittels des beweglichen Bodenteils der Matrize lässt sich eine genauere Positionierung des umzuformenden Blechzuschnitts in Bezug auf die Formflächen des Formwerkzeuges am Beginn und während des Umformprozesses erzielen.

[0017] Eine besonders zuverlässige leakagefreie Abdichtung an den einander zugewandten Stoßflächen der aneinanderliegenden Werkzeugteile lässt sich nach ei-

ner bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung dadurch erreichen, dass die miteinander in Verbindung stehenden Kühlkanäle und/oder Kühlkanalzweige der aneinanderliegenden Werkzeugteile mit ringförmigen Ausnehmungen zur Aufnahme einer Dichtung versehen sind. Die Dichtung ist dabei vorzugsweise aus einem hülsenförmigen Einsatz gebildet, in dessen Mantelfläche mindestens zwei axial beanstandete Ringnuten ausgebildet sind, in denen gummielastische Dichtungsringe angeordnet sind. Die dergestalt ausgeführte Dichtung lässt eine axiale und/oder radiale Verschiebbarkeit der aneinanderliegenden Werkzeugteile zu, ohne dass es zu einer Leckage kommt. Eine axiale Verschiebung der Werkzeugteile kann insbesondere aufgrund einer temperaturbedingten Ausdehnung bzw. Schrumpfung einzelner oder mehrerer der Werkzeugteile auftreten. Eine radiale Verschiebbarkeit ist bei Bauteilabweichungen vorteilhaft.

[0018] Weitere bevorzugte und vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Formwerkzeuges sind in den Unteransprüchen angegeben.

[0019] Nachfolgend wird die Erfindung anhand einer mehrere Ausführungsbeispiele darstellenden Zeichnung näher erläutert. Es zeigen schematisch:

- Fig. 1 eine vertikale Querschnittsansicht eines Abschnitts eines Formwerkzeuges zum Warmumformen und Presshärten von Metallblechen am Beginn des Umformprozesses;
- Fig. 2 das Formwerkzeug der Fig. 1, wiederum in vertikaler Querschnittsansicht, kurz vor Ende des Umformprozesses;
- Fig. 3 das Formwerkzeug der Fig. 1 am Ende des Umformprozesses;
- Fig. 4 eine Matrize eines erfindungsgemäßen Formwerkzeuges in Draufsicht;
- Fig. 5 ein mit einem erfindungsgemäßen Formwerkzeug hergestelltes Bauteil;
- Fig. 6 eine Kühlkanalstruktur bzw. -anordnung in einer (nicht dargestellten) Matrize gemäß Fig. 4, wobei jedoch das Bauteil gemäß Fig. 5 durch strichpunktierte Linien angedeutet ist;
- Fig. 7 ein Werkzeugteil einer Matrize eines erfindungsgemäßen Formwerkzeuges; und
- Fig. 8 eine Kühlkanalanordnung in einer nicht näher dargestellten Matrize, in Querschnittsansicht;
- Fig. 9 einen Abschnitt zweier aneinanderliegender Werkzeugteile eines erfindungsgemäßen Formwerkzeuges mit in Verbindung stehenden Kühlkanälen, in Schnittansicht; und

Fig. 10 einen Stempel eines erfindungsgemäßen Formwerkzeuges, in Seitenansicht.

[0020] Das in den Figuren 1 bis 3 dargestellte Formwerkzeug dient dem Warmumformen und Presshärten von Metallblech, vorzugsweise von borlegiertem Stahlblech. Das Formwerkzeug (Presswerkzeug) ist aus einem Stempel 1 und einer Matrize 2 aufgebaut. Der Stempel 1 ist innerhalb eines Maschinenrahmens 5 angeordnet, an dem oberseitig Halter 6 zum Halten des umzuformenden Blechzuschnitts 7 montiert sind.

[0021] Die Matrize 2 weist ein bewegliches Bodenteil 2.1 auf, das zwischen seitlichen Werkzeugteilen (Blöcken) 2.2, 2.3 der Matrize angeordnet ist. In der geöffneten Stellung des Formwerkzeuges steht das bewegliche Bodenteil 2.1 mit seiner dem Stempel 1 zugewandten Formfläche gegenüber den Formflächen der seitlichen Werkzeugteile 2.2, 2.3 der Matrize vor. Das bewegliche Bodenteil 2.1 dient als Gegendruckelement für den Stempel 1 und optimiert somit durch Einspannen des Blechzuschnitts dessen Lagefixierung während des Umformprozesses.

[0022] Die Werkzeugteile (Blöcke) 2.2, 2.3 sind mit einem als Träger dienenden Basisteil (Unterbau) 2.4 der Matrize 2 lösbar verbunden. Die Blöcke 2.2, 2.3 und das Bodenteil 2.1 der Matrize 2 sowie der Stempel 1 weisen Kühlkanäle 8, 9, 10 auf, durch die Kühlflüssigkeit, beispielsweise kaltes Wasser, zur raschen Abkühlen der zuvor in einer Wärmebehandlungsanlage auf Austenitierungstemperatur erhitzten Stahlblechplatte 7 geleitet wird. Die Platinenhalter 6 enthalten in dem dargestellten Ausführungsbeispiel keine Kühlkanäle. Es ist jedoch möglich, dass in einem erfindungsgemäßen Formwerkzeug gegebenenfalls auch Platinenhalter 6 mit integrierten Kühlkanälen verwendet werden.

[0023] In Fig. 4 ist eine Matrize 2 eines erfindungsgemäßen Formwerkzeuges in Draufsicht dargestellt, mittels der aus einer Stahlblechplatte 7 ein längliches Formbauteil 7' hergestellt werden kann. Bei dem Blechformbauteil 7' handelt es sich um eine in Fig. 5 dargestellte B-Säule einer Kraftfahrzeug-Karosserie. Das Querschnittsprofil des Bauteils 7' ändert sich über dessen Länge. Es weist eine rinnenförmige Auswölbung 7.1 auf, die sich vom oberen Anbindungsbereich 7.2 zum mittleren Längenabschnitt 7.3 allmählich erweitert. Die Flanken 7.11, 7.12 der Auswölbung 7.1 verlaufen von oben nach unten abschnittsweise relativ gerade. Am mittleren Längenabschnitt 7.3 gehen die Flanken 7.11, 7.12 in einander gegenüberliegende Schräglflächen 7.4, 7.5 über, die eine Einengung 7.9 der rinnenförmigen Auswölbung 7.1 begrenzen. Unterhalb der Einengung 7.9 verlaufen die Flanken 7.11, 7.12 der Auswölbung 7.1 im Wesentlichen parallel zueinander, bis sie schließlich zum unteren Ende 7.6 der Säule hin auseinanderlaufen. Die Außenseite der Auswölbung 7.1 umfasst zwei im Wesentlichen ebene Flächenbereiche 7.7, 7.8, die im Bereich der Einengung 7.9 in einem stumpfen Winkel zusammentreffen.

[0024] Die Flanken 7.11, 7.12 der rinnenförmigen Auswölbung 7.1 des Bauteils 7' wurden durch die Formflächen der seitlichen Werkzeugteile (Blöcke) 2.2, 2.3 und die im Wesentlichen ebenen Flächenbereiche durch Formflächen des beweglichen Bodenteils 2.1 der Matrize 2 geformt. Der bewegliche Bodenteil 2.1 der Matrize ist dabei zweiteilig ausgeführt, wobei der eine bewegliche Teil 2.11 dem oberen Außenseitenbereich 7.7 und der andere bewegliche Teil 2.12 dem unteren Außenseitenbereich 7.8 der Auswölbung 7.1 zugeordnet ist.

[0025] Wie in Fig. 4 gezeigt, sind beidseits der beweglichen Bodenteile 2.11, 2.12 der Matrize 2 jeweils mehrere aneinanderliegende Werkzeugteile (Blöcke) 2.21, 2.22, 2.23, 2.24, 2.25, 2.31, 2.32, 2.33, 2.34 angeordnet, die mit dem als Träger dienenden Basisteil 2.4 der Matrize 2 lösbar verbunden sind. Die lösbare Verbindung besteht vorzugsweise aus Schraubverbindungen.

[0026] Die Werkzeugteile 2.21, 2.22, 2.23, 2.24, 2.25, 2.31, 2.32, 2.33, 2.34 sowie die beweglichen Bodenteile 2.11, 2.12 weisen als Bohrungen ausgeführte Kühlkanäle 8, 9 auf, die sich entlang der Formfläche erstrecken (vgl. Fig. 1). In Fig. 6 ist die Anordnung der Kühlkanäle der Matrize 2 der Fig. 4 ohne die Matrize dargestellt, wobei zur Verdeutlichung des an die Formflächen der Matrize 2 angepassten Verlaufs der gebohrten Kühlkanäle 8, 9 zusätzlich die Kontur des Formbauteils (B-Säule) 7' gemäß Fig. 5 in strichpunktierten Linien eingezeichnet ist.

[0027] Mit 13 sind Zentrierdorne des Formwerkzeuges bezeichnet, die Löcher des Bauteils 7' durchdringen, die vor dem Warmumformen bzw. Presshärten aus der Metallplatte 7 ausgestanzt wurden.

[0028] Erfindungsgemäß weisen mehrere der Blöcke 2.23, 2.24, 2.32, 2.33 des Formwerkzeuges jeweils mindestens einen gebohrten Kühlkanal 9.1 auf, der innerhalb des Blockes 2.23, 2.24, 2.32 bzw. 2.33 in zwei gebohrte Kühlkanalzweige 9.2, 9.3 verzweigt ist, wobei sich die Bohrungsachsen der Kühlkanalzweige 9.2, 9.3 im Wesentlichen konturparallel zu der angrenzenden Formfläche der Matrize erstrecken. Die Kühlkanalzweige 9.2, 9.3 stellen mit dem Kühlkanal 9.1 durchgängig verbundene Bohrungen dar. Der Kühlkanal 9.1 und die davon abzweigenden Kühlkanalzweige 9.2, 9.3 bilden innerhalb des Blockes 2.23, 2.24, 2.32 bzw. 2.33 eine Y-förmige oder gabelförmige Kühlkanalanordnung. Die Bohrungsdurchmesser betragen beispielsweise 9 mm, 12 mm und 16 mm. Ein gebohrter Kühlkanal mit einem Durchmesser von 16 mm ist dann beispielsweise in zwei gebohrte Kühlkanalzweige geteilt, die jeweils den gleichen Durchmesser von 12 mm aufweisen, während ein gebohrter Kühlkanal 9.1 mit einem Durchmesser von 12 mm in zwei gebohrte Kühlkanalzweige 9.2, 9.3 geteilt ist, die jeweils einen Durchmesser von 9 mm besitzen.

[0029] Das durch den Kühlkanal 9.1 in Richtung der Kühlkanalzweige 9.2, 9.3 fließende Kühlfluid, typischerweise Kühlwasser, wird in Teilströme auf die Kühlkanalzweige 9.2, 9.3 aufgeteilt. Bei umgekehrter Fließrichtung werden die durch die Kühlkanalzweige 9.2, 9.3 fließende

Teilströme des Kühlfluids in dem Kühlkanal 9.1 zusammengeführt.

[0030] Die Bohrungsachsen der von dem gebohrten Kühlkanal 9.1 ausgehenden bzw. an dem Kühlkanal 9.1 zusammengeführten Kühlkanalzweige 9.2, 9.3 des betreffenden Werkzeugteils schließen einen spitzen Winkel α ein, der beispielsweise im Bereich von 5° bis 45° liegen kann (vgl. Fig. 7). Vorzugsweise liegt der von den Bohrungsachsen der Kühlkanalzweige 9.2, 9.3 des betreffenden Werkzeugteils eingeschlossene Winkel im Bereich von 5° bis 30° .

[0031] Die Anzahl der beidseitig der beweglichen Bodenteile 2.11, 2.12 der Matrize 2 angeordneten Werkzeugteile (Blöcke) 2.21, 2.22, 2.23, 2.24, 2.25, 2.31, 2.32, 2.33, 2.34 ist von der Form des herzustellenden Bauteils 7', insbesondere von der Anzahl der Einengungen 7.9 und/oder Verbreiterungen des Bauteils 7' abhängig. Die Bohrungsachsen der Kühlkanäle 9, 9.1 bzw. Kühlkanalzweige 9.2, 9.3 folgen der Kontur der Matrizenformfläche bzw. der Stempelformfläche. Durch die dargestellte Anordnung der Kühlkanäle 8, 9, 9.1, 10 und Kühlkanalzweige 9.2, 9.3 innerhalb des Stempels 1 bzw. der Blöcke 2.21, 2.22, 2.23, 2.24, 2.25, 2.31, 2.32, 2.33, 2.34 und beweglichen Bodenteile 2.11, 2.12 der Matrize 2 wird eine rasche gleichmäßige Abkühlung des Bauteils 7' und damit beim Presshärten eine gleichmäßige Härtung erzielt.

[0032] Das in Fig. 7 dargestellte blockförmige Werkzeugteil 2.24 weist neben einem gebohrten, innerhalb des Werkzeugteils 2.24 in zwei Kühlkanalzweige 9.2, 9.3 geteilten Kühlkanal 9.1 einen weiteren Kühlkanal 9 auf, der unverzweigt ist und sich von der einen Verbindungsfläche 2.241 zur gegenüberliegenden Verbindungsfläche 2.242 erstreckt. In Fig. 7 ist zu erkennen, dass die gebohrten Kühlkanäle 9, 9.1 und Kühlkanalzweige 9.2, 9.3 konturparallel zur Formfläche 11 des Werkzeugteils 2.24 verlaufen.

[0033] Des Weiteren ist in Fig. 8 dargestellt, dass die gebohrten Kühlkanäle 9.4, 9.5 und Kühlkanalzweige 9.2, 9.3 der Matrize des erfindungsgemäßen Formwerkzeuges auch dann, wenn sie unterschiedliche Durchmesser d_1 , d_2 und d_3 aufweisen, gleichwohl jeweils in etwa mit dem gleichen Abstand b_1 , b_2 und b_3 zur Formfläche angeordnet sind, wobei letztere hier durch das Profil des hergestellten Bauteils 7' dargestellt ist. Die Bohrungen 9.1, 9.2 mit dem Durchmesser d_1 , beispielsweise 9 mm, sind jeweils mit einem Abstand b_1 von ca. 10,5 mm zur Matrizenformfläche angeordnet, während die Bohrungen 9.4, 9.5 mit dem Durchmesser d_2 bzw. d_3 von beispielsweise 12 mm jeweils einen Abstand $b_2 = b_3$ von ca. 12 mm zur Matrizenformfläche haben. Auch ist der radiale Abstand a der Bohrungsachsen der benachbarten Bohrungen 9.4 im Wesentlichen gleich.

[0034] In Fig. 9 ist schließlich ein Ausführungsbeispiel für eine abdichtende, für den Kühlflüssigkeitsstrom durchlässige Verbindung der gebohrten Kühlkanäle 9, 9.1 bzw. Kühlkanalzweige 9.2, 9.3 dargestellt (vgl. Fig. 7). Die miteinander in Verbindung stehenden Kühlkanäle

9, 9.1 bzw. Kühlkanalzweige 9.2, 9.3 der aneinanderliegenden Werkzeugteile 2.21, 2.22, 2.23, 2.24, 2.25, 2.31, 2.32, 2.33, 2.34 sind dabei mit ringförmigen Ausnehmungen 14, 15 zur Aufnahme einer Dichtung versehen. Die Dichtung ist aus einem hülsenförmigen Einsatz 16 gebildet, in dessen Mantelfläche mindestens zwei axial be-
 5 anstandete Ringnuten 17 ausgebildet sind, in denen gummielastische Dichtungsringe 18 angeordnet sind. Der hülsenförmige Einsatz 16 ist beispielsweise aus Kunststoff oder Metall, vorzugsweise aus Stahl gefertigt. Er hat im Wesentlichen den gleichen Innendurchmesser wie die durch den Einsatz 16 verbundenen Bohrungen
 10 9.3. Die Länge des hülsenförmigen Einsatzes 16 ist größer als der Bohrungsdurchmesser der verbundenen Kühlkanäle 9, 9.1 bzw. Kühlkanalabzweige 9.3. Die Länge des Einsatzes 16 ist in Bezug auf die Ausnehmungen 14, 15 so bemessen, dass zwischen den Stirnseiten des Einsatzes 16 und den den Stirnseiten zugewandten Flä-
 15 chen der Ausnehmungen 14, 15 zumindest einseitig ein Spiel (Zwischenraum) vorhanden ist. Das Spiel S liegt beispielsweise im Bereich von 1 bis 4 mm, vorzugsweise 1 bis 2 mm. Die in Fig. 9 dargestellte Dichtungs-
 20 konstruktion lässt über einen weiten Bereich eine axiale Verschiebung der Werkzeugteile 2.23, 2.24 sowie des Einsatzes 16 relativ zueinander zu, ohne dass an der Dichtung zu einer Leckage kommt. Soll eine radiale Verschiebbarkeit
 25 ermöglicht werden, ist der Außendurchmesser des Einsatzes 16 kleiner als der Durchmesser der Ausnehmungen 14, 15 zu wählen.

[0035] In Fig. 10 ist ein Stempel 1 des erfindungsgemäßen Formwerkzeuges dargestellt. Es ist zu erkennen, dass auf einem Stempelunterbau 1.2 mehrere Werk-
 30 zeugteile 1.11, 1.12, 1.13, 1.14, 1.15, 1.16 aneinanderliegend montiert sind. Die Werkzeugteile 1.11, 1.12, 1.13, 1.14, 1.15, 1.16 des Stempels 1 weisen entsprechend den Werkzeugteilen 2.23, 2.24 der Matrize 2 gebohrte
 35 Kühlkanäle auf, die sich entlang der Formfläche erstrecken, wobei mindestens zwei der Werkzeugteile 1.11, 1.12, 1.13, 1.14, 1.15, 1.16 wiederum jeweils mindestens einen sich innerhalb des Werkzeugteils in mindestens
 40 zwei Kühlkanalzweige 9.2, 9.3 verzweigenden Kühlkanal 9.1 aufweisen, und wobei sich die Bohrungsachsen der Kühlkanalzweige 9.2, 9.3 entlang der Formfläche erstrecken.

[0036] Die leckagefreie Abdichtung der Werkzeugteile 1.11, 1.12, 1.13, 1.14, 1.15, 1.16 des Stempels 1 ist wie bei den Werkzeugteilen 2.23, 2.24 der Matrize 2 entspre-
 45 chend Fig. 9 ausgeführt.

[0037] Die Ausführung des erfindungsgemäßen Formwerkzeuges ist nicht auf die vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiele beschränkt. Vielmehr sind zahlrei-
 50 che Varianten möglich, die auch bei grundsätzlich abweichender Gestaltung von der in den beiliegenden Ansprüchen angegebenen Erfindung Gebrauch machen.

Patentansprüche

1. Formwerkzeug zum Warmumformen von Metallblech, insbesondere Presshärten von Metallblech, mit mehreren aneinanderliegenden, eine Formfläche definierenden Werkzeugteilen (2.21, 2.22, 2.23, 2.24, 2.25, 2.31, 2.32, 2.33, 2.34), wobei die Formfläche komplementär zu mindestens einem Abschnitt eines durch Warmumformen herzustellenden Blechformbauteils (7') ausgebildet ist, und wobei die Werkzeugteile (2.21, 2.22, 2.23, 2.24, 2.25, 2.31, 2.32, 2.33, 2.34) Kühlkanäle (9, 9.1, 9.2, 9.3) in Form von Bohrungen aufweisen, die sich entlang der Formfläche erstrecken, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens zwei der Werkzeugteile (2.23, 2.24) jeweils mindestens einen sich innerhalb des Werkzeugteils (2.23, 2.24) in mindestens zwei Kühlkanalzweige (9.2, 9.3) verzweigenden Kühlkanal (9.1) aufweisen, wobei sich die Bohrungsachsen der Kühlkanalzweige (9.2, 9.3) entlang der Formfläche (11) erstrecken.
2. Formwerkzeug nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Summe der lichten Querschnittsflächen der mindestens zwei Kühlkanalzweige (9.2, 9.3) im Bereich des 1,0-fachen bis 1,3-fachen, vorzugsweise im Bereich des 1,0-fachen bis 1,2-fachen der lichten Querschnittsfläche des sich verzweigenden Kühlkanals (9.1) liegt.
3. Formwerkzeug nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der kürzeste radiale Abstand des jeweiligen Kühlkanalzweiges (9.2) von der Formfläche (11) gleich dem kürzesten radialen Abstand eines weiteren (9.3) der mindestens zwei Kühlkanalzweige (9.2, 9.3) ist oder sich von demselben um nicht mehr als 20%, vorzugsweise nicht mehr als 10% unterscheidet.
4. Formwerkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der kürzeste radiale Abstand des jeweiligen sich verzweigenden Kühlkanals (9, 9.1) von der Formfläche (11, 12) gleich dem kürzesten radialen Abstand eines der mindestens zwei Kühlkanalzweige (9.2, 9.3) ist oder sich von demselben um nicht mehr als 20%, vorzugsweise nicht mehr als 10% unterscheidet.
5. Formwerkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der kürzeste radiale Abstand des jeweiligen Kühlkanalzweiges (9.2, 9.3) und/oder des sich verzweigenden Kühlkanals (9.1) von der Formfläche (11, 12) des Werkzeugteiles (2.24) im Bereich des 0,5- bis 1,2-fachen des Durchmessers des jeweiligen Kühlkanalzweiges (9.2, 9.3) oder sich verzweigenden Kühlkanals (9.1) liegt.

6. Formwerkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens einer der Kühlkanalzweige eines der Werkzeugteile (2.21, 2.22, 2.23, 2.24, 2.25, 2.31, 2.32, 2.33, 2.34) mit einem Kühlkanal des nächsten Werkzeugteils in Verbindung steht, der sich innerhalb dieses nächsten Werkzeugteils in mindestens zwei weitere Kühlkanalzweige verzweigt, wobei sich die Bohrungsachsen dieser weiteren Kühlkanalzweige entlang der Formfläche erstrecken. 5
10
7. Formwerkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die miteinander in Verbindung stehenden Kühlkanäle (8, 9, 9.1, 10) und/oder Kühlkanalzweige (9.2, 9.3) der aneinanderliegenden Werkzeugteile (2.23, 2.24) mit ringförmigen Ausnehmungen (14, 15) zur Aufnahme einer Dichtung (16, 18) versehen sind. 15
8. Formwerkzeug nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dichtung aus einem hülsenförmigen Einsatz (16) gebildet ist, in dessen Mantelfläche mindestens zwei axial beanstandete Ringnuten (17) ausgebildet sind, in denen gummielastische Dichtungsringe (18) angeordnet sind. 20
25
9. Formwerkzeug nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dichtung (16, 18) eine axiale und/oder radiale Verschiebbarkeit der aneinanderliegenden Werkzeugteile (2.23, 2.24) zulässt. 30
10. Formwerkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** es eine Matrize (2) umfasst, die mindestens einen beweglichen Bodenteil (2.1; 2.11, 2.12) aufweist. 35
11. Formwerkzeug nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens zwei der Werkzeugteile (2.23, 2.24, 2.32, 2.33), die jeweils mindestens einen sich innerhalb des Werkzeugteils in mindestens zwei Kühlkanalzweige (9.2, 9.3) verzweigenden Kühlkanal (9.1) aufweisen, mit einem als Träger dienenden Basisteil (2.4) der Matrize (2) lösbar verbunden sind. 40
45
12. Formwerkzeug nach Anspruch 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** es einen Stempel (1) umfasst, wobei mindestens zwei der Werkzeugteile (1.11, 1.12, 1.13, 1.14, 1.15, 1.16), die jeweils mindestens einen sich innerhalb des Werkzeugteils in mindestens zwei Kühlkanalzweige verzweigenden Kühlkanal aufweisen, mit einem als Träger dienenden Basisteil (1.2) des Stempels (1) lösbar verbunden sind. 50
55

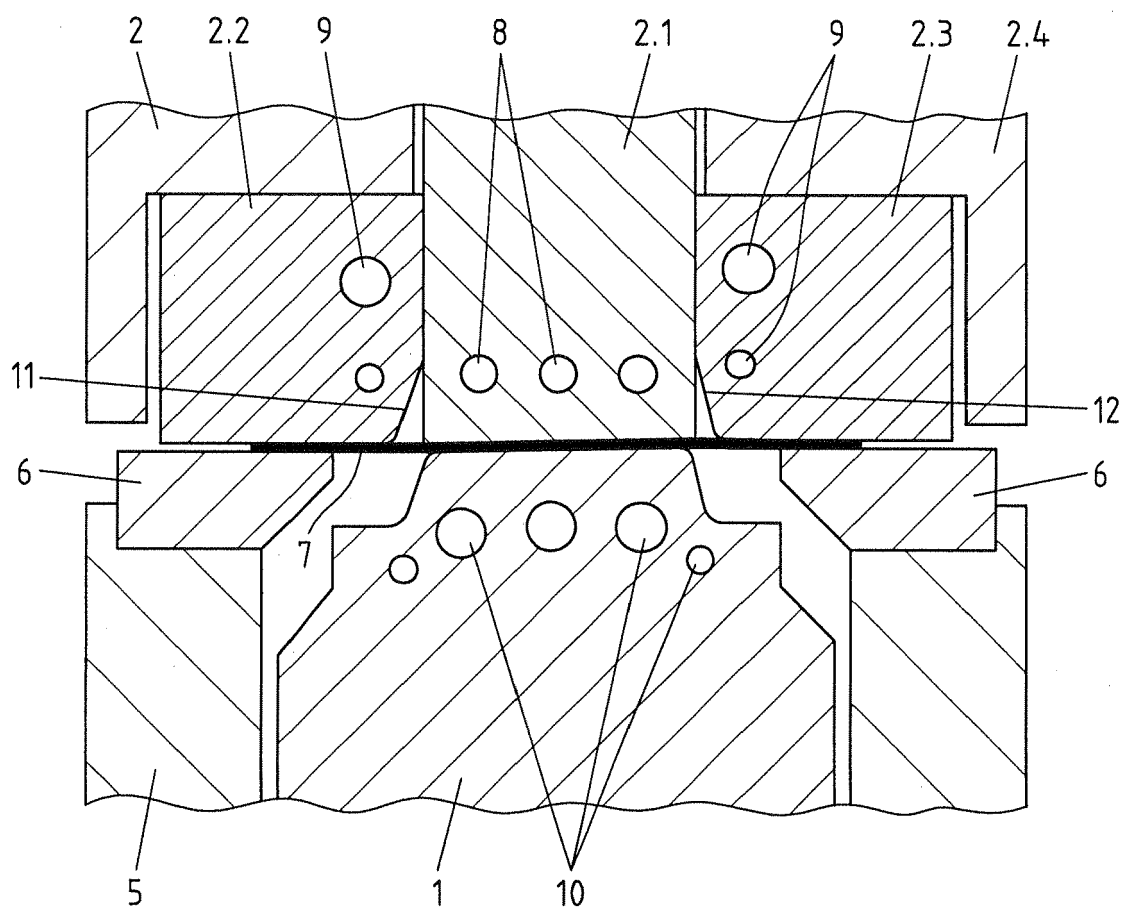


Fig.1

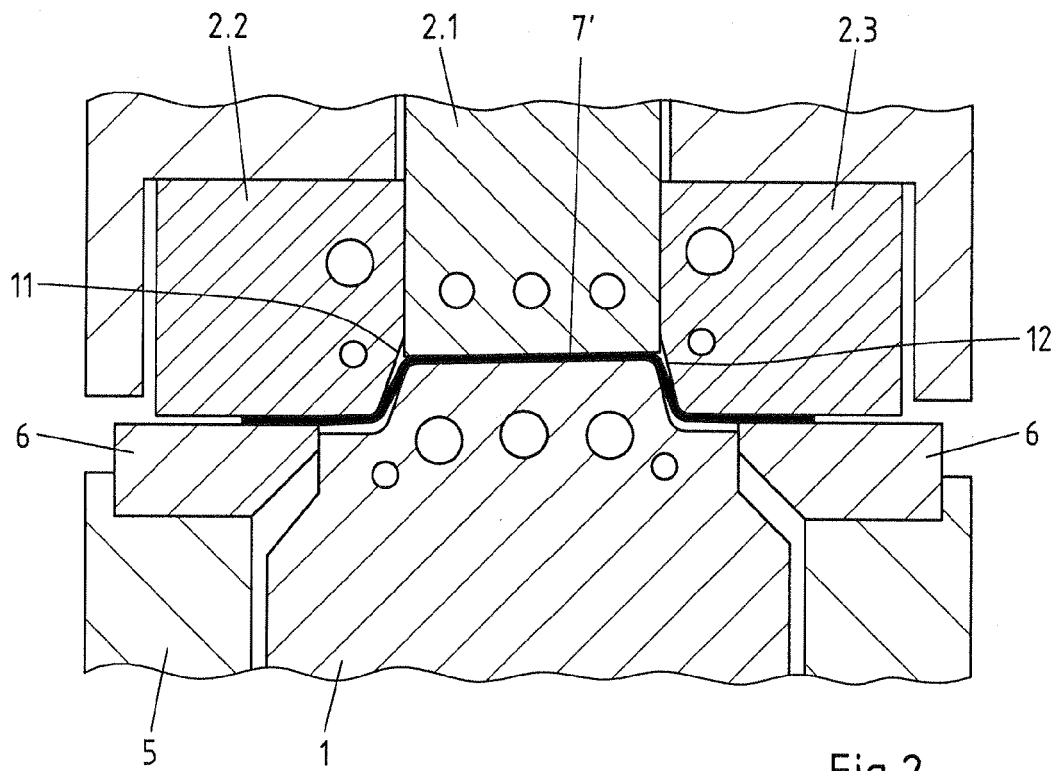


Fig.2

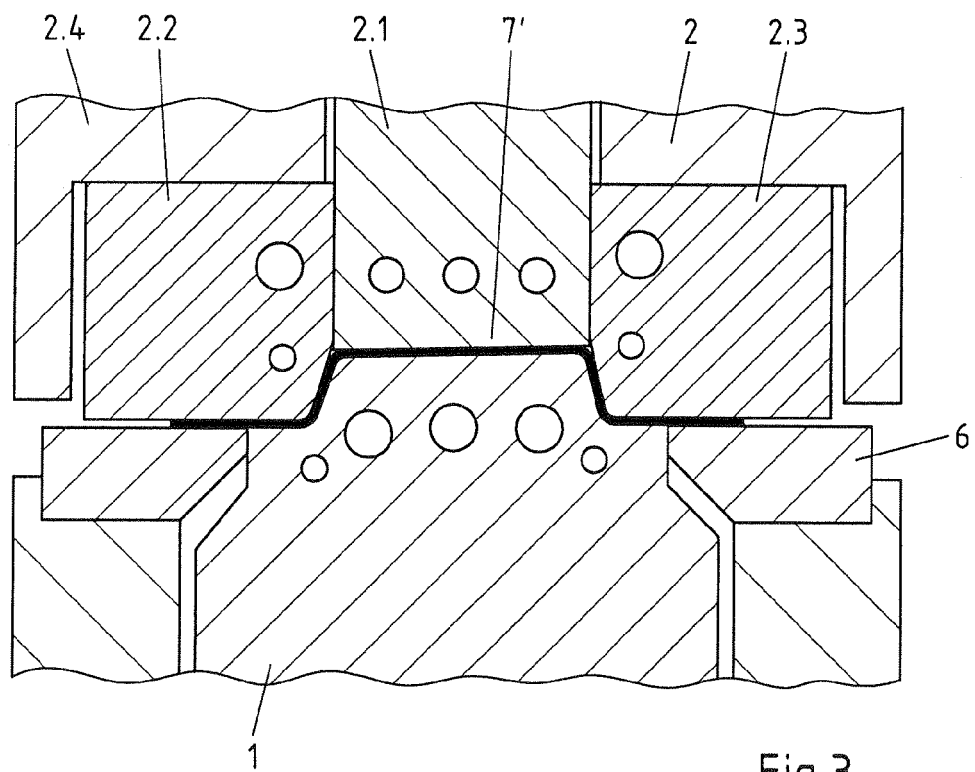


Fig.3

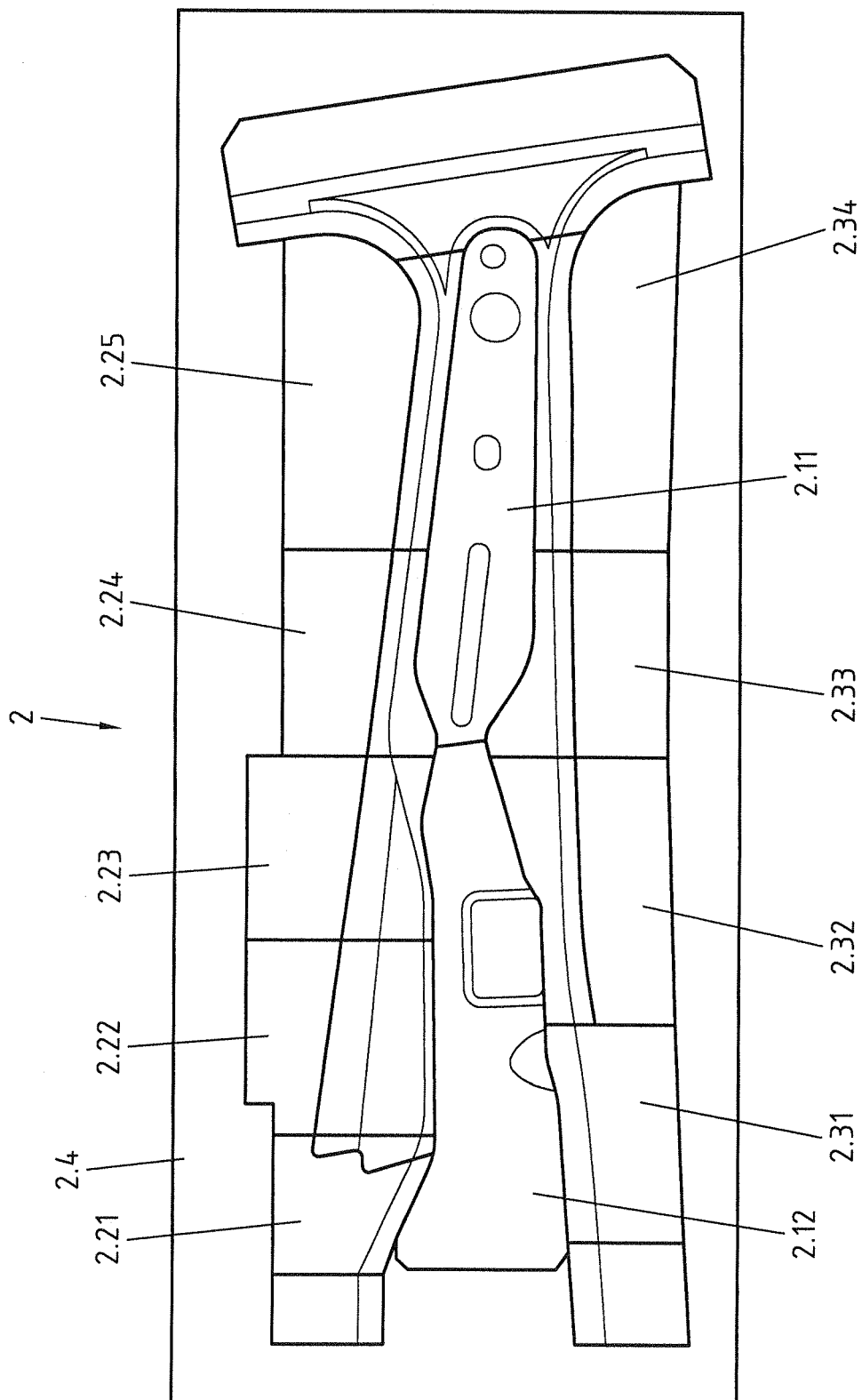


Fig. 4

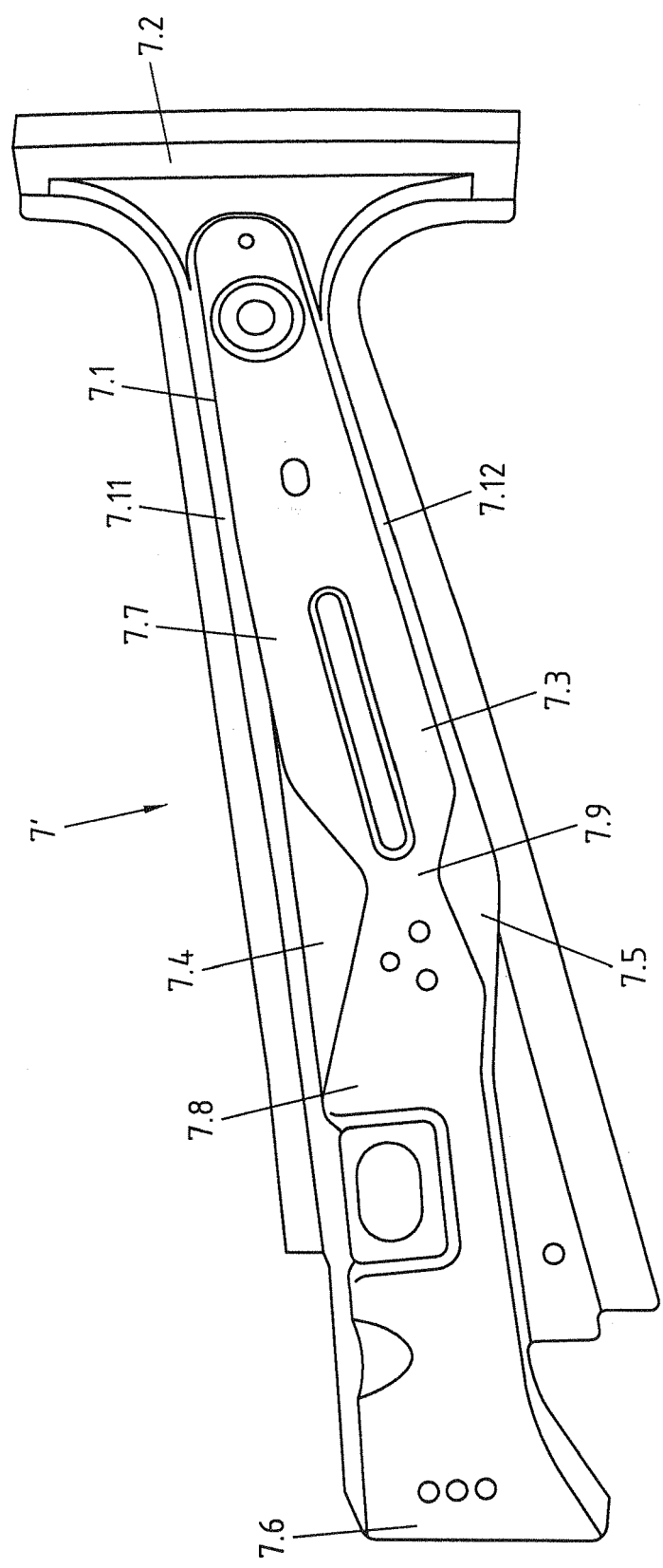


Fig.5

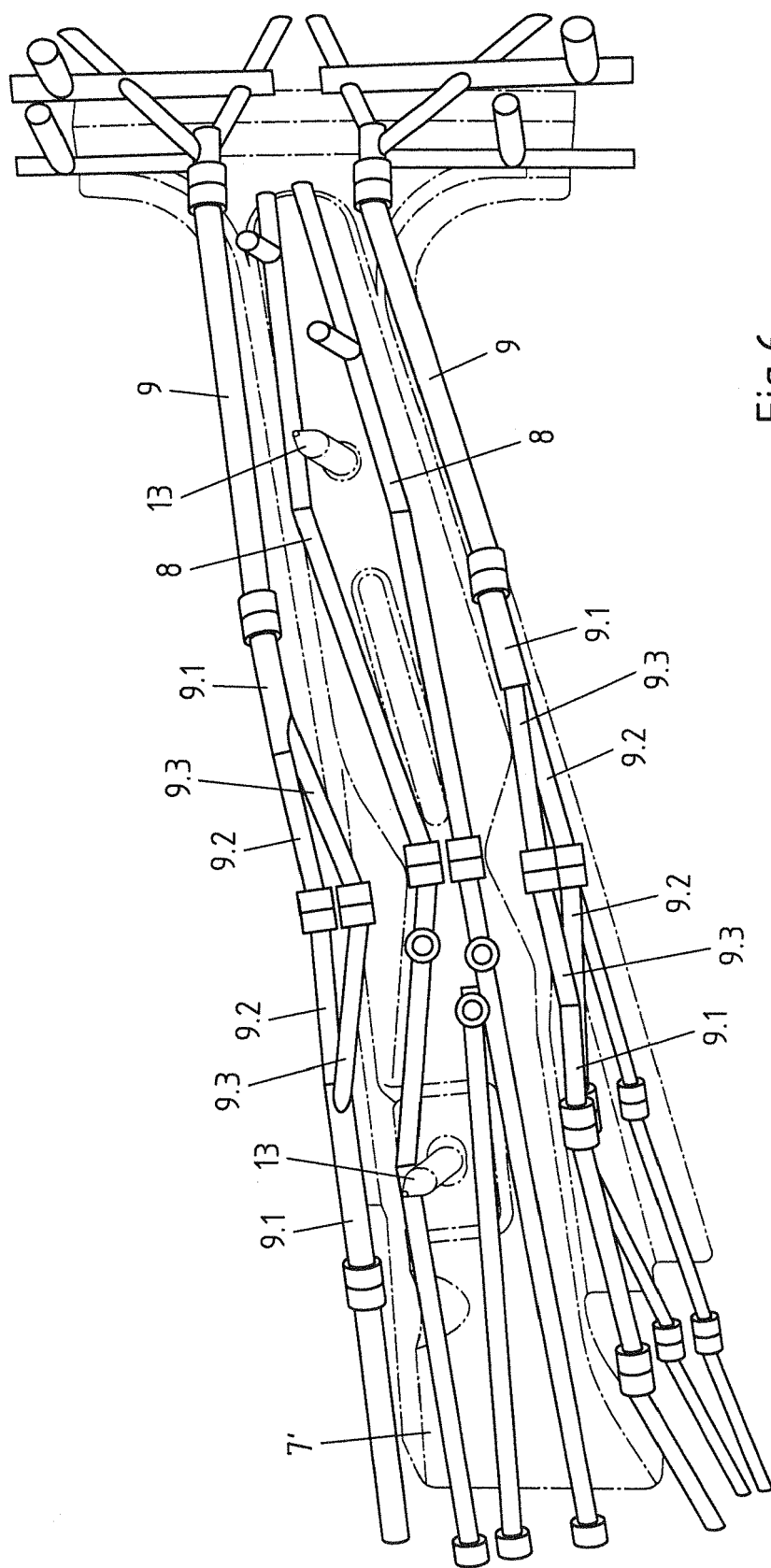


Fig.6

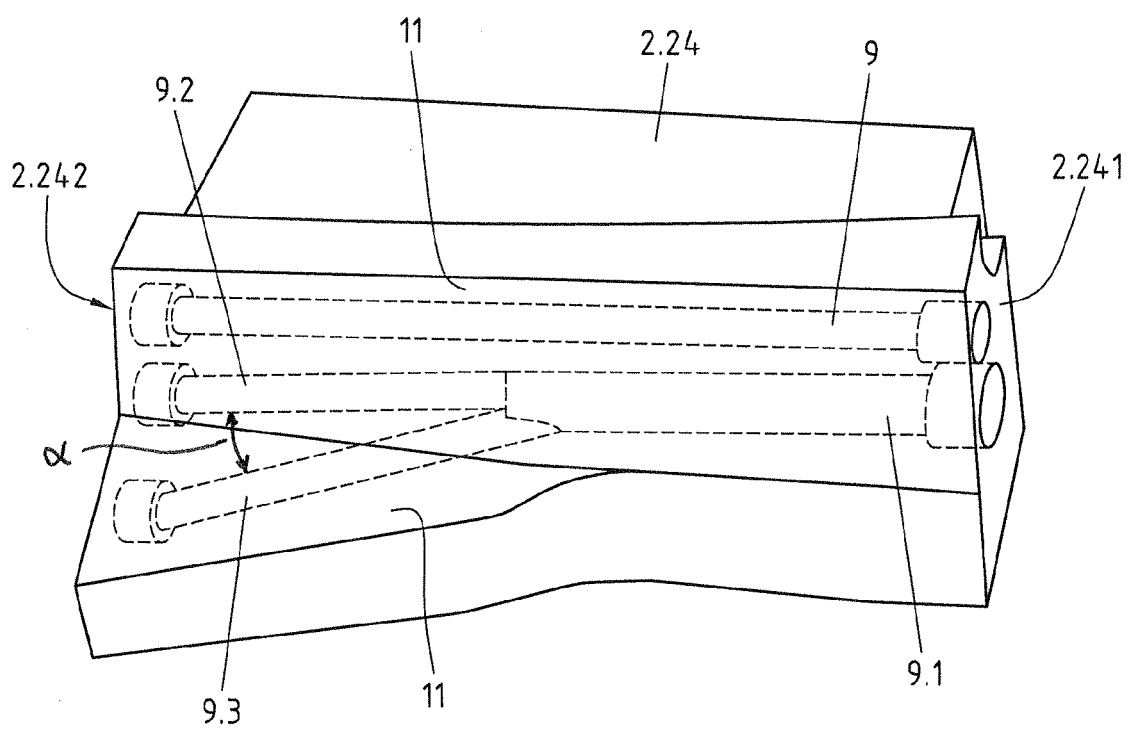


Fig.7

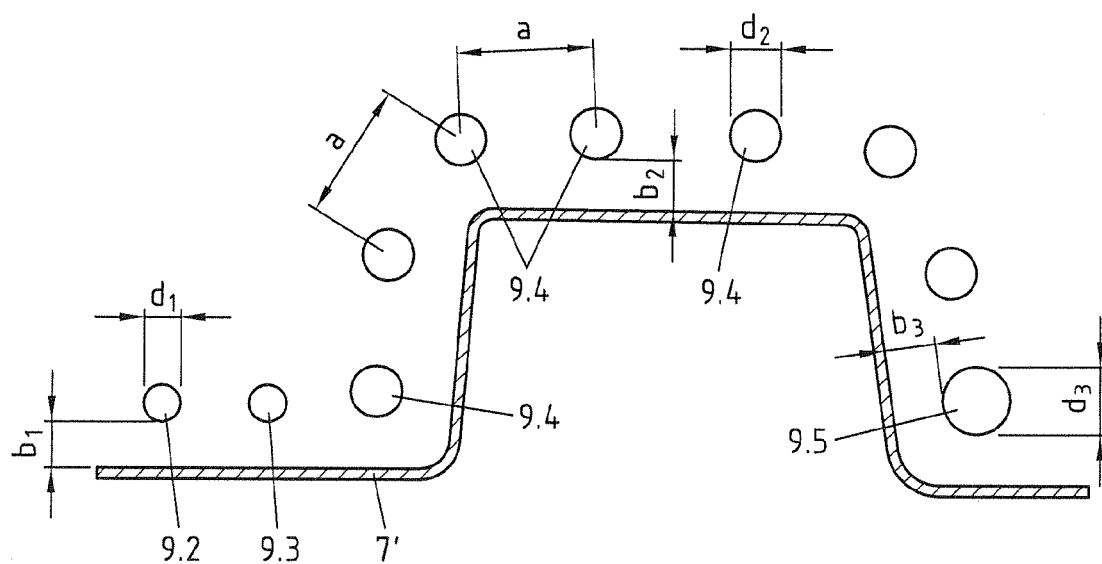


Fig.8

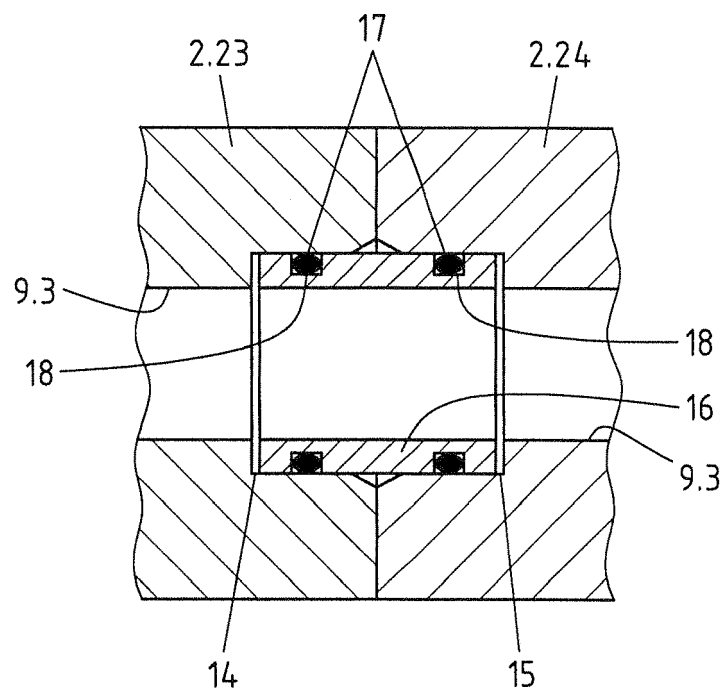


Fig.9

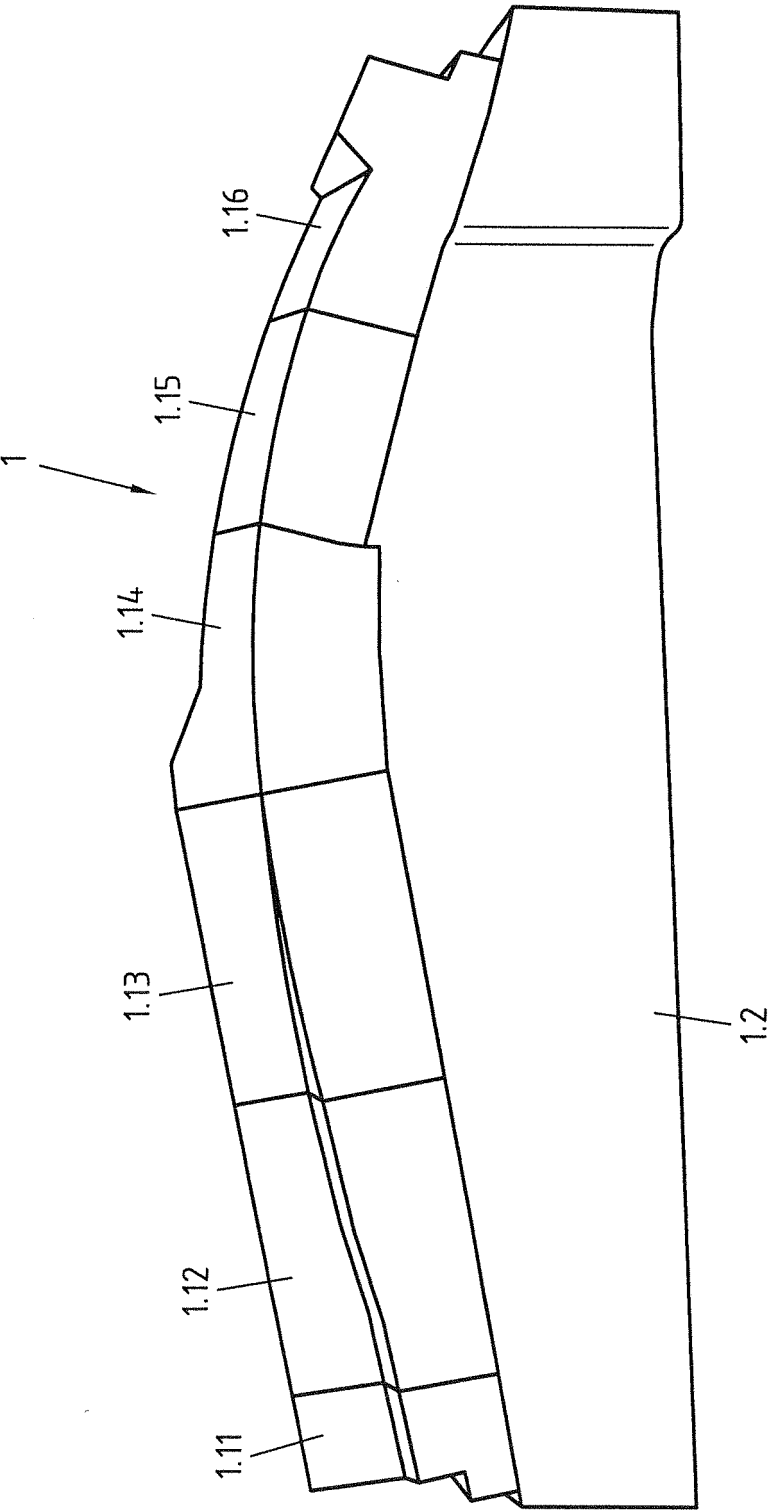


Fig.10



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 11 18 0166

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A,D	US 2006/138698 A1 (CHAPUIS PHILIPPE [FR]) 29. Juni 2006 (2006-06-29) * das ganze Dokument *	1-12	INV. B21D37/16 B23P15/24
A,D	DE 10 2007 047314 A1 (BRAUN ELISABETH [DE]) 9. April 2009 (2009-04-09) * das ganze Dokument *	1-12	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B21D B23P
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 27. März 2012	Prüfer Vinci, Vincenzo
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

 1
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 11 18 0166

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

27-03-2012

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2006138698 A1	29-06-2006	AU 2003273471 A1	16-02-2004
		CA 2493801 A1	05-02-2004
		CN 1700960 A	23-11-2005
		EP 1525062 A1	27-04-2005
		FR 2842753 A1	30-01-2004
		US 2006138698 A1	29-06-2006
		WO 2004011171 A1	05-02-2004

DE 102007047314 A1	09-04-2009	KEINE	

EPO FORM P0481

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 102007047314 A1 [0004] [0005]
- US 20060138698 A1 [0005]