

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 016 473 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
07.04.2004 Patentblatt 2004/15

(51) Int Cl.7: **B21D 26/02**, B21D 22/12

(21) Anmeldenummer: **99125004.4**

(22) Anmeldetag: **15.12.1999**

(54) Verfahren und Vorrichtung zum Formen von Formteilen

Method and apparatus for forming pieces

Procédé et dispositif pour former des ébauches

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**

(30) Priorität: **31.12.1998 DE 19860851**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
05.07.2000 Patentblatt 2000/27

(73) Patentinhaber: **KUKA Werkzeugbau
Schwarzenberg GmbH
08340 Schwarzenberg (DE)**

(72) Erfinder:
• **Bürgel, Lonka
08352 Pöhla (DE)**
• **Schieck, Frank
08312 Lauter (DE)**

(74) Vertreter: **Lempert, Jost, Dipl.-Phys. Dr. rer.nat.
Patentanwälte,
Dipl.-Ing. Heiner Lichti,
Dipl.-Phys. Dr. rer. nat. Jost Lempert,
Dipl.-Ing. Hartmut Lasch,
Postfach 41 07 60
76207 Karlsruhe (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A-96/30138 US-A- 4 829 803

- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 007, no.
120 (M-217), 25. Mai 1983 (1983-05-25) & JP 58
038620 A (KAWASAKI STEEL CORP), 7. März
1983 (1983-03-07)**

EP 1 016 473 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Formen von Formteilen bzw. eine Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens (siehe z.B. US-A-4 829 803).

[0002] Wenn kleine Radien in Kanten- und Eckenbereichen von Werkstücken mittels Innenhochdruckumformen, also Umformen mittels Druckbeaufschlagung der Werkstücke mit hohem Flüssigkeitsdruck in geeigneten Formwerkzeugen ausgebildet werden sollen, so sind zum Ausformen dieser kleinen Radien extrem hohe Drücke in der Größenordnung von 4000 bar und mehr erforderlich. Dementsprechend werden zum Zuhalten der Werkzeugteile und/oder eines umgebenden Druckgehäuses insbesondere bei großflächigen Teilen sehr hohe Zuhaltekräfte erforderlich, die nur schwer beherrschbar sind, dies gilt insbesondere bei dem herkömmlichen Innenhochdruckumformen, bei dem das Werkzeug gleichzeitig den Druckeinschluß für die Umformung bewirkende Flüssigkeit bildet. Die Erfindung bezieht sich insbesondere auf mittels Innenhochdruckumformens vorgeformte Formteile und ist insbesondere Teil eines entsprechenden Verfahrens; sie kann aber auch bei anderweitig vorgeformten Formteilen eingesetzt werden.

[0003] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde ein Verfahren und eine Vorrichtung zu schaffen, mittels derer ein Nachformen von Formteilen in kritischen Kanten- und Eckenbereichen erfolgen kann.

[0004] Erfindungsgemäß wird die genannte Aufgabe mit einem Verfahren der eingangs genannten Art gelöst, bei dem ein Nachformen vorgeformter Formteile ausschließlich in Kanten- und Eckenbereich mittels Flüssigkeitshochdruck erfolgt. Eine Vorrichtung zum Formen von Formteilen ist zur Lösung der genannten Aufgabe gekennzeichnet durch ein Formwerkzeugteil mit in seinen Kanten- und Eckenbereichen konkav ausgebildeten Expansionsräumen, die direkt oder indirekt mit Flüssigkeitshochdruck beaufschlagbar sind.

[0005] Eine bevorzugte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens zeichnet sich dadurch aus, daß ausschließlich an Kanten- und Eckenbereichen eines Formwerkzeugteils ausgebildete Expansionsräume mit Flüssigkeitshochdruck beaufschlagt werden, wobei insbesondere in ausgesparten Kanten- und Eckenbereichen eines Formwerkzeugteils (Formeinsatz) an Bereichen des zu verformenden Formteils anliegende, geschlossene Expansionselemente mit Flüssigkeitshochdruck beaufschlagt werden. Die Expansionsräume des entsprechenden Werkzeugteils, das ein Formeinsatz, oder aber auch ein Werkzeugunter- oder -oberteil sein kann, soweit an einem solchen durch konvexe Matrizenbildungen eines solchen diesen zugewandte konkave Bereiche des Werkstücks oder Formteils ausgebildet werden, können direkt mit Flüssigkeitshochdruck beaufschlagt werden. Durch das dichte Anliegen eines das Werkstück oder Formteil zwischen sich einschließenden Werkzeugteils und beispielsweise ei-

nes Formeinsatzes in ebenen Bereichen oder Bereichen mit vorgesehenen großen Radien, kann, zumindest soweit kleine Radien nicht in Randbereichen des Werkstücks ausgebildet werden bis zu den Schließrändern Werkzeugteile und insbesondere wenn diese von einem separaten Druckgehäuse umgeben sind, ein hinreichender Druckabfall erreicht werden. Vorzugsweise werden aber, wie ausgeführt, separate Expansionselemente vorgesehen, die in weiterer bevorzugter Ausgestaltung aus Schläuchen bestehen können und deren Material vorzugsweise Polymer oder elastisch oder plastisch verformbares Metall ist, wobei im letztgenannten Falle die Expansionselemente verlorene Elemente sind.

[0006] Durch die erfindungsgemäße Vorrichtung können in Kanten und Eckenbereichen eines vorgeformten Werkstücks oder vorgeformten Formteils lokal Radien unter Flüssigkeitshochdruck nachgeformt werden. Durch die geringe Projektionsfläche bei Flüssigkeitsdruckbeaufschlagung lediglich in Kanten- und Eckenbereichen, wobei die Querabmessungen der beaufschlagten Flächen lediglich wenige Millimeter betragen, kann mit geringen Kräften, insbesondere geringen Preß- und Schließkräften gearbeitet werden. Dadurch, daß die mit unter Hochdruck stehender Flüssigkeit zu füllenden Expansionsräume gegenüber den üblicherweise beim Innenhochdruckumformen zu verfüllenden Räume sehr klein sind, ist ein schnelles Befüllen der genannten Expansionsräume in den Kanten- und Eckenbereichen möglich, so daß kurze Prozeßzeiten für das erfindungsgemäße Nachformen erreicht werden können.

[0007] Die Erfindung ist insbesondere einsetzbar bei einem Werkzeug zum Innenhochdruckumformen mit einem zwischen Werkzeugunter- und -oberteil vorgesehenen Distanzring, wobei zumindest in einem der genannten Werkzeugteile und letzteren ein Werkstück geformt wird und wobei die Flüssigkeitszuleitung zum Verformen des Werkstücks durch den Distanzring erfolgt, wie dies in der parallelen Patentanmeldung "Verfahren und Vorrichtung zum hydraulischen Umformen eines Werkstücks" der Anmelderin beschrieben ist, deren Inhalt vollständig zum Gegenstand der vorliegenden Offenbarung gemacht wird. In diesem Falle wird der Distanzring nach dem Vorformen des Werkstücks entfernt und ein in der erfindungsgemäßen Weise ausgebildeter Formeinsatz in dem Werkzeug positioniert, wobei Werkzeugunter- und -oberteil aus der ersten Innenhochdruck-Umformphase ohne Veränderung für das Nachformen verwendet werden können. Der Formeinsatz ist dabei ein vollständiger oder teilweiser Formspeicher der Blechformteilendgeometrie, der in den nachzuformenden bzw. kalibrierenden Kanten- und Eckenbereichen ggf. die genannten Expansionselemente aufweist. Das Ausdehnen der Expansionselemente wird durch den Formschluß des Einsatzes, d.h. die die Expansionselemente aufnehmenden Expansionsräume begrenzenden und als Wiederlager wirkenden Wandungen des Einsatzes begrenzt.

[0008] Weitere Vorteile und Merkmale der Erfindung

ergeben sich aus den Ansprüchen und aus der nachfolgenden Beschreibung, in der ein Ausführungsbeispiel der Erfindung unter Bezugnahme auf die Zeichnungen einzeln erläutert ist. Dabei zeigt:

- Figur 1 ein Werkzeug-Unterteil mit einem in diesem vorgeformten Formteil;
- Figur 2 den Gegenstand der Figur 1 mit eingesetztem bevorzugten Formeinsatz gemäß der Erfindung.
- Fig. 3 bis 6 Detaildarstellungen zur Festlegung von Expansionselementen an einem Formwerkzeugteil.

[0009] Die Figur 1 zeigt ein Werkzeug-Unterteil eines Formwerkzeugs zum Formen von Werkstücken mittels Flüssigkeitshochdruck, das auf der konkaven Seite des dargestellten Werkstücks 2 eingewirkt hat. Das dargestellte Werkstück 2 kann dabei zusammen mit einem anderen Werkstück gleicher oder anderer Formgestaltung, das in die Matrizenausformung eines Werkzeugoberteils eingedrückt wurde, in dem der Hochdruck zwischen den beiden Werkstücken ausgeübt wurde, gebildet sein, gemäß dem Vorgehen nach der DE 197 28 276 oder DE 195 35 870, wobei zwischen beiden Werkstücken ggf. auch ein Distanzring, durch den der Befülldruck geleitet wird, sein kann. Alternativ kann das Werkstück 2 auch alleine geformt worden sein, wobei ein Werkzeug-Oberteil notwendig ist, dieses aber beliebige Formgebung aufweisen kann. Vorzugsweise erfolgte die Formung, wenn mit hydraulischem Hochdruck gearbeitet wird, in einem, vom Werkzeug separaten, dieses umgebende, geschlossenen Druckgehäuses. Die Erfindung sieht nun das separate Nachformen der insbesondere konkaven Kanten 3, 4, 5 des Werkstücks (2) vor. Hierzu ist ein Werkzeugeinsatz 6 vorgesehen, der über den größten Teil seines am Werkstück 2 anliegenden Umfangs der Matrizenausformung des Werkzeugteils, hier des Werkzeug-Unterteils folgt, aber den Kanten- und Eckenbereichen 7 konkave Expansionsausnehmungen 8 aufweist, in die Druckleitungen münden. In der in der Zeichnung dargestellten Ausführungsform sind hierzu in den Expansionsräumen 8 geschlossene Expansionselemente 9 eingelegt, die beispielsweise aus Schläuchen bestehen können und vorzugsweise aus hochbelastbarem, flexiblem, elastischem Polymerwerkstoff bestehen. Die Expansionselemente 9 können aber je nach Komplexität der Kanten und der Größe des Umformgrades der nachzuformenden Bereiche auch verformbare Metallschläuche oder Rohre sein, die entweder lediglich in ihrem Elastizitätsbereich verformt werden - der Querschnittsdurchmesser der Expansionselemente 9 kann durchaus gering sein - oder aber bei plastischer Verformung auch verlorene Expansionselemente sein können.

[0010] Die Expansionselemente 9 sind an einer in das

Werkzeug zum Einsatz 8 führenden Flüssigkeits-Hochdruckleitung angeschlossen, wobei die Druckerzeugung in der beim Innenhochdruckumformen üblichen Weise erfolgt.

[0011] Wenn, wie zu Beginn der Figurenbeschreibung gesagt, das Werkzeug-Unterteil 1 ein Teil eines Innenhochdruck-Umformwerkzeugs ist, so wird nach dem Vorformen des Werkstücks 2 durch Innenhochdruckumformen das Werkzeug und ggf. das umgebende separate Druckgehäuse geöffnet, wobei, soweit dabei zwei Werkstücke umgeformt wurden, das obere Formteil mit angehoben wird. Sodann wird der Formeinsatz 6 eingesetzt bzw. zwischen die beiden Formteile und demgemäß die beiden Werkzeugteile eingeschwenkt, wie dies in der Figur 2 dargestellt ist. Anschließend wird das Werkzeug und ein ggf. umgebendes Druckgehäuse wieder geschlossen. Sodann wird Flüssigkeit unter Hochdruck in die Expansionsräume 8, genauer bei dargestellten Ausführungsbeispiel in die Expansionselemente 9 eingebracht. Diese dehnen sich dann in ihrem nicht vom Formeinsatz 6 abgestützten Bereich gegen die an ihnen anliegenden Kantenbereiche 3, 4, 5 des Werkstücks 2 aus und drücken diese in die Kanten und Ecken des Werkzeugteils, hier des Werkzeug-Unterteils 1. Hierdurch werden die Krümmungsradien in den Kanten- und Eckenbereichen des Werkstücks 2, die gemäß der Darstellung der Figur 1 zunächst relativ groß sind, wesentlich verkleinert und nähern sich den Krümmungsradien des in den Kanten- und Eckenbereichen der Matrize des Werkzeugteils an.

[0012] Nach Nachformen der Kanten und Ecken 3 bis 5 kann das Werkzeug (mit evtl. dem Druckgehäuse) wieder geöffnet und das fertiggeformte Werkstück 2 aus dem Werkzeugteil (hier Werkzeug-Unterteil) entnommen werden.

[0013] Grundsätzlich kann das Nachformen der Kanten und Ecken 3 bis 5 eines vorgeformten Werkstücks 2 auch in einem von dem Vorformwerkzeug separaten Nachformwerkzeug mit dem Werkzeug-Unterteil 1 und dem Formeinsatz 6 erfolgen. In diesem Falle wird in das leere Werkzeug (Werkzeug-Unterteil 1) das vorgeformte Werkstück 1 eingelegt. Anschließend wird der Formeinsatz 6 eingefahren. In diesem Falle ist ein separates Werkzeug-Oberteil nicht mehr erforderlich und soweit mit geschlossenen Expansionselementen 9 gearbeitet wird, auch kein separates Druckgehäuse.

[0014] Während in den Figuren 1 und 2 die Festlegung der Expansionselemente 9 am Formwerkzeugteil bzw. Formeinsatz 6 nicht näher dargestellt und die Expansionselemente grundsätzlich auch wie ersichtlich in den vorhandenen Ausnehmungen des Formeinsatzes 6 eingelegt sein können, zeigen die Ausgestaltungen der Figuren 3 bis 6 Maßnahmen zur Festlegung der Expansionselemente an einem Formwerkzeugteil bzw. Formeinsatz 6. Bei der Ausgestaltung der Figur 3 weist der Formeinsatz 6 eine im Querschnitt teilkreisförmige Nut 11 mit Hinterschneidungen 12, 13 auf, in die das im Querschnitt als "8" ausgebildete Expansionselement

mit seinem oberen Teil (in der Zeichnung) formschlüssig eingelegt ist, sind zwei mit Druck beaufschlagbare Hohlräume 14, 15 vorgesehen, die durch einen Steg 16 getrennt sind. Der Hohlraum 15 könnte auch mit vollelastischem Material ausgebildet sein. Alternativ kann der Steg 16 entfallen, so daß die Hohlräume 14, 15 ineinander übergehen.

[0015] Bei der Ausgestaltung der Figur 4 ist zur Aufnahme eines Teils des Expansionselements 9 ebenfalls eine Nut 11 mit Hinterschnidungen 12, 13 vorgesehen, in die in Einsetzrichtung konisch abgeschrägte Nasen 17 eines Haltebereichs des Expansionselements 9 der formschlüssigen Festlegung eingreifen.

[0016] Bei der Ausgestaltung der Figur 5 weist das Expansionselement 9 seitliche Laschen 19 auf, die durch mittels Schrauben 21 am Formeinsatz 6 festgelegte Halteplatten 22 überdeckt sind, so daß durch diese und die Laschen 19 durchgreifenden Schrauben 21 ebenfalls eine formschlüssige Festlegung des Expansionselements 9 am Formeinsatz 6 erfolgt.

[0017] Bei der Ausgestaltung der Figur 6 ist die Nut 11 ohne Hinterschneidung ausgebildet. Das Expansionselement ist mittels Klebstoff 23 am Boden der Nut festgeklebt und wird hierdurch kraftschlüssig gehalten. Statt eines ebenen Bodens könnte dieser selbstverständlich auch teilkreisförmig ausgebildet sein. Auch eine Kombination der Befestigungstechniken der Figuren 3 bis 5 einerseits (formschlüssig) und der Figur 6 andererseits (kraftschlüssig) kann vorgesehen sein.

Bezugszeichenliste

[0018]

1	Werkzeugunterteil
2	Werkstück
3	Kante
4	Kante
5	Kante
6	Formeinsatz
7	Kanten- und Eckenbereich
8	Expansionsräume
9	Expansionselemente
11	Nuten
12, 13	Hinterschnidungen
22	Halteplatten

Patentansprüche

1. Verfahren zum Formen von Formteilen (2), **gekennzeichnet durch** ein Nachformen vorgeformter Formteile ausschließlich in Kanten- und Eckenbereichen (7) **durch** Flüssigkeitshochdruck.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** ausschließlich in Kanten- und Eckenbereichen (7) eines Formwerkzeugteils (6) aus-

gebildete Expansionsräume (8) mit Flüssigkeitshochdruck beaufschlagt werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** in ausgesparte Kanten- und Eckenbereichen (7) eines Formwerkzeugteils (6) an Bereichen des zu verformenden Formteils (2) anliegende, geschlossene Expansionselemente (9) mit Flüssigkeitshochdruck beaufschlagt werden.
4. Vorrichtung zum Formen von Formteilen (2), **gekennzeichnet durch** ein Formwerkzeugteil (6) mit in seinen Kanten- und Eckenbereichen (7) konkav ausgebildeten Expansionsräumen (8), die direkt oder indirekt mit Flüssigkeitshochdruck beaufschlagbar sind.
5. Vorrichtung nach Anspruch 4, **gekennzeichnet durch** in den Expansionsräumen (8) angeordnete, geschlossene Expansionselemente (9).
6. Vorrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Expansionselemente als Schläuche ausgebildet sind.
7. Vorrichtung nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Expansionselemente (9) aus einem hochbelastbaren, flexiblen Polymerwerkstoff bestehen.
8. Vorrichtung nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Expansionselemente (9) aus Metall bestehen.
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Expansionselemente (9) in Ausrichtungen des Formwerkzeugteils (6) festgelegt sind.
10. Vorrichtung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Expansionselemente (9) kraftschlüssig festgelegt sind.
11. Vorrichtung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Expansionselemente formschlüssig festgelegt sind.
12. Vorrichtung nach Anspruch 9 oder 11, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Expansionselemente in Hinterschnidungen (12,13) aufweisenden Nuten (11) festgelegt sind.
13. Vorrichtung nach Anspruch 9 oder 11, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Expansionselemente (9) durch sie teilweise überdeckende am Formwerkzeug (6) befestigte Halteplatten (22) gehalten sind.

Claims

1. Method forming blanks (2), **characterized by** a postforming of preformed blanks exclusively in edge and corner regions (7) by high liquid pressure. 5
2. Method according to claim 1, **characterized in that** only expansion spaces (8) constructed in edge and corner regions (7) of a forming die (6) are subject to high liquid pressure action. 10
3. Method according to claim 1 or 2, **characterized in that** recessed edge and corner regions (7) of a forming die (6), closed expansion elements (9) engaging on areas of the blanks (2) to be shaped are subject to the action of high liquid pressure. 15
4. Apparatus for forming blanks (2), **characterized by** a forming die (6) with concavely constructed expansion spaces (8) in its edge and corner regions (8), which are directly or indirectly subject to high liquid pressure action. 20
5. Apparatus according to claim 4, **characterized by** closed expansion elements (9) placed in the expansion spaces (8). 25
6. Apparatus according to claim 5, **characterized in that** the expansion elements are constructed as tubes. 30
7. Apparatus according to claims 5 or 6, **characterized in that** the expansion elements (9) are made from a highly loadable, flexible polymer material. 35
8. Apparatus according to claim 4 or 5, **characterized in that** the expansion elements (9) are made from metal. 40
9. Apparatus according to one of the claims 4 to 8, **characterized in that** the expansion elements (9) are fixed in orientations of the forming die (6). 45
10. Apparatus according to claim 9, **characterized in that** the expansion elements (9) are frictionally fixed. 50
11. Apparatus according to claim 9, **characterized in that** the expansion elements are fixed in form-closed manner. 55
12. Apparatus according to claim 9 or 11, **characterized in that** the expansion elements are fixed in grooves (11) having undercuts (12, 13).
13. Apparatus according to claim 9 or 11, **characterized in that** the expansion elements (9) are held by holding plates (22) partly covering the same and

fixed to the forming die (6).

Revendications

1. Procédé de conformation de pièces moulées (2) **caractérisé par** un postformage de pièces préformées exclusivement dans les zones (7) d'arêtes et de coins, par une haute pression d'un liquide.
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** seuls des espaces d'expansion (8) conformés dans des zones (7) d'arêtes et de coins d'une pièce de moule (6) sont soumis à une haute pression d'un liquide.
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** des éléments d'expansion (9) fermés, situés dans des zones (7) évidées d'arêtes et de coins d'une pièce de moule (6) et adjacents à des zones de la pièce moulée (2) à former, sont soumis à une haute pression d'un liquide.
4. Dispositif de formage de pièces moulées (2), **caractérisé par** une pièce de moule (6) présentant dans ses zones (7) d'arêtes et de coins des espaces d'expansion (8) conformés concaves, pouvant être soumis directement ou indirectement à une haute pression d'un liquide.
5. Dispositif selon la revendication 4, **caractérisé par** des éléments d'expansion (9) fermés, disposés dans les espaces d'expansion (8).
6. Dispositif selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** les éléments d'expansion sont conformés en tuyaux flexibles.
7. Dispositif selon la revendication 5 ou 6, **caractérisé en ce que** les éléments d'expansion (9) sont réalisés en un matériau polymère flexible à haute capacité de charge.
8. Dispositif selon la revendication 4 ou 5, **caractérisé en ce que** les éléments d'expansion (9) sont réalisés en métal.
9. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 4 à 8, **caractérisé en ce que** les éléments d'expansion (9) sont fixés dans des aligneurs de la pièce de moule (6).
10. Dispositif selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** les éléments d'expansion (9) sont maintenus par ajustement serré.
11. Dispositif selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** les éléments d'expansion sont maintenus

par ajustement de forme.

12. Dispositif selon la revendication 9 ou 11, **caracté-
risé en ce que** les éléments d'expansion sont main- 5
tenus dans des rainures (11) présentant des contre-
dépouilles (12,13).

13. Dispositif selon la revendication 9 ou 11, **caracté-
risé en ce que** les éléments d'expansion (9) sont 10
maintenus par des plaques de maintien (22) fixées
sur l'outil de formage (6) qui les recouvrent partiel-
lement.

15

20

25

30

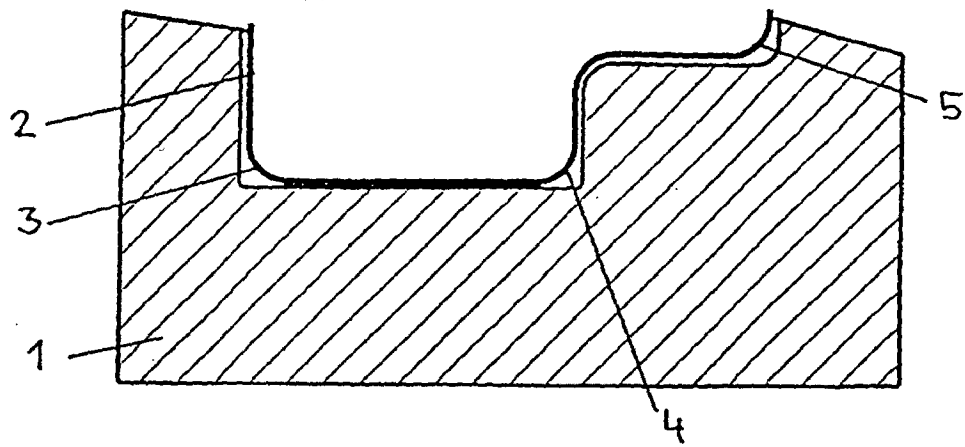
35

40

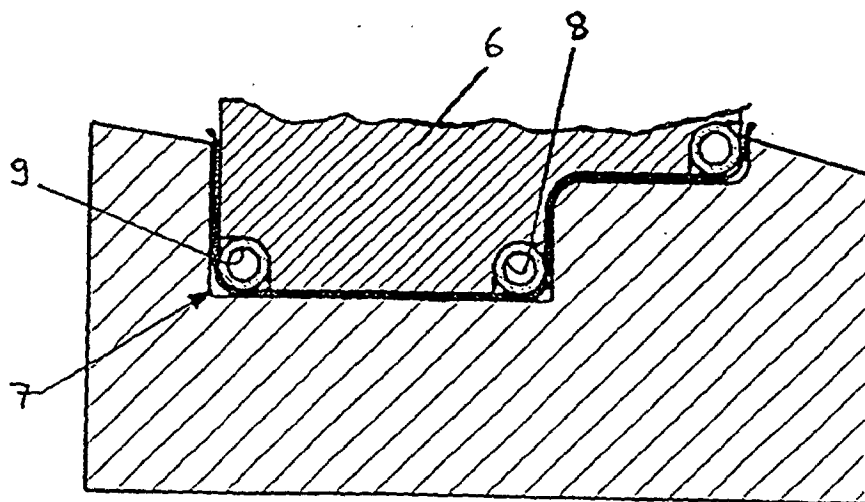
45

50

55



Figur 1



Figur 2

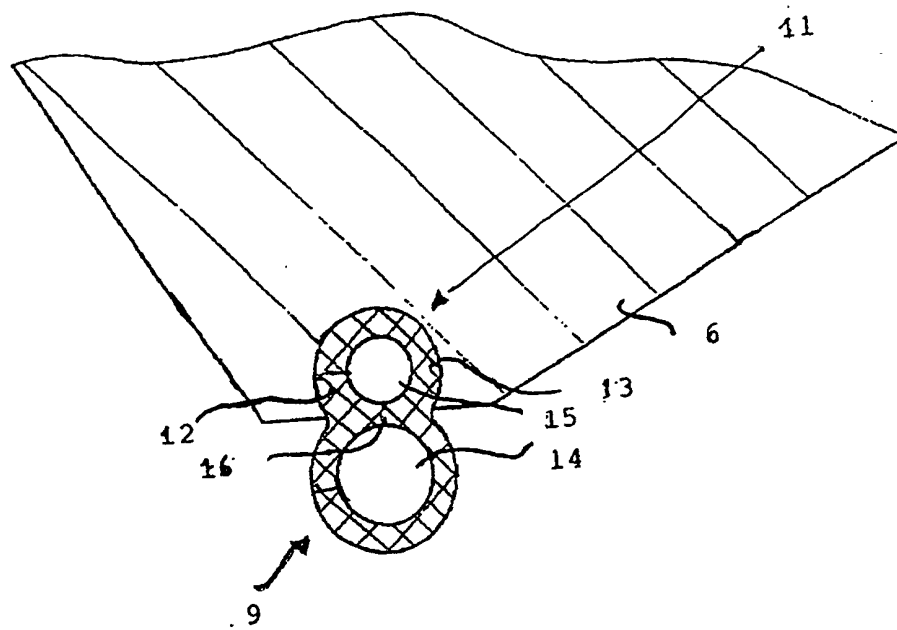


Fig. 3

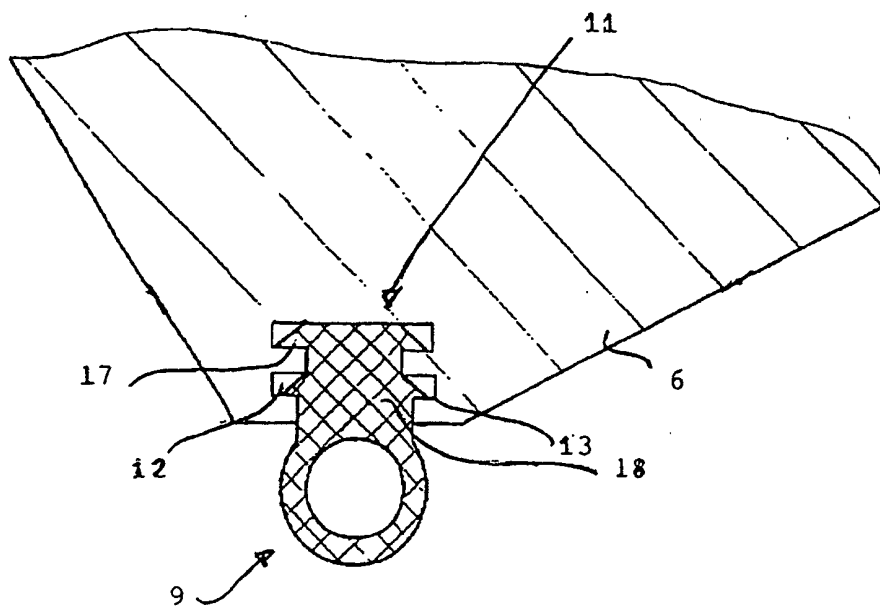


Fig. 4

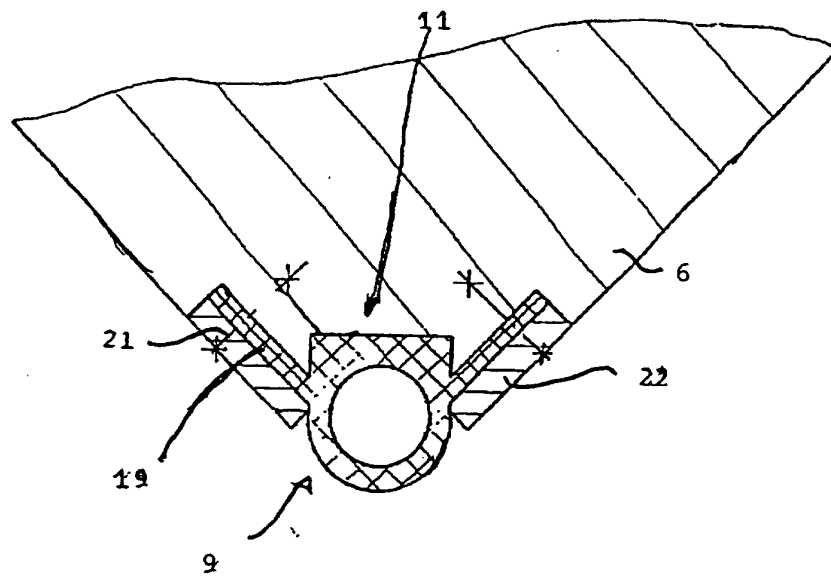


Fig. 5

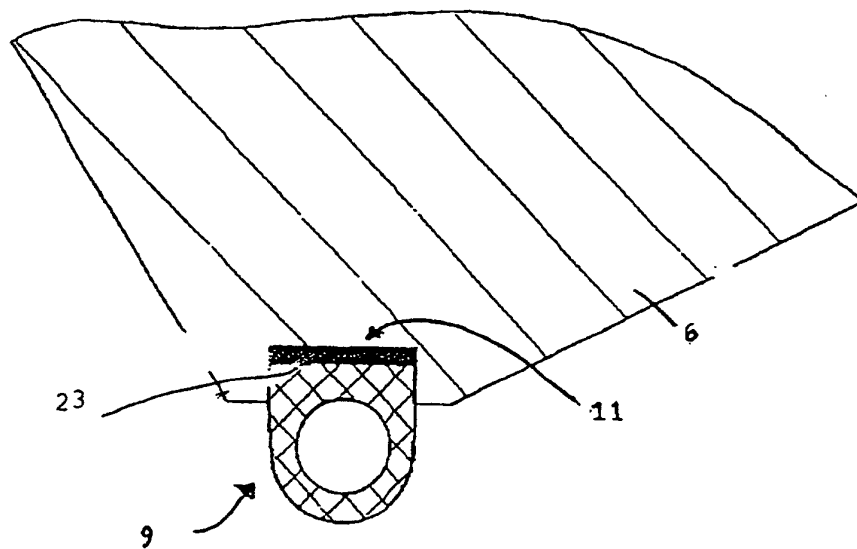


Fig. 6