

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
04.10.2023 Patentblatt 2023/40

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
B21D 22/06 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **23193022.3**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
B21D 5/015; B21D 5/10; B21D 22/025; B21D 22/06

(22) Anmeldetag: **20.09.2019**

(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

- Schröder, Aloys
33100 Paderborn (DE)
- Körner, Matthias
33758 Schloß Holte-Stukenbrock (DE)
- Seibel, Eugen
33175 Bad Lippspringe (DE)

(30) Priorität: 24.09.2018 DE 102018123456

(62) Dokumentnummer(n) der früheren Anmeldung(en)
nach Art. 76 EPÜ:
19198564.7 / 3 656 480

(74) Vertreter: **Osterhoff, Utz
Bockermann Ksoll
Griepenstroh Osterhoff
Patentanwälte
Bergstraße 159
44791 Bochum (DE)**

(71) Anmelder: **Benteler Automobiltechnik GmbH**
33102 Paderborn (DE)

(72) Erfinder:

- **Henksmeier, Thomas**
59556 Lippstadt (DE)
- **Fortmeier, Günter**
33129 Delbrück (DE)

Bemerkungen:
Diese Anmeldung ist am 23-08-2023 als
Teilanmeldung zu der unter INID-Code 62 erwähnten
Anmeldung eingereicht worden.

(54) **U-O-FORMEN EINES UM DREI RAUMACHSEN GEKRÜMMTEN BAUTEILS**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Blechumformbauteils aus einer Platine 1 mittels U-O Formen, wobei zunächst eine Vorform durch das U-Formen erzeugt wird und anschließend eine Endformgebung zu einer Endform durch das O-Formen durchgeführt wird. Die Erfindung ist gekennzeichnet durch folgende Verfahrensschritte:

- Bereitstellen einer ebenen Platine 1,
- U Formen der Platine 1 zu einer U Vorform,
- Endkonturnahes Beschneiden der U Vorform.

- Einlegen der U-Vorform in ein Zwischenformwerkzeug 1 und Anbiegen der abstehenden Schenkel 8, insbesondere der Enden 9 der U-Form, wobei ein Füllkörper 13 in der U-Vorform platziert ist und die Schenkel 8 den Füllkörper 13 abschnittsweise übergreifen und nach dem Anbiegen aus der Vorform herausgezogen wird, dergestalt, dass eine elastische und optional plastische Deformation der angebogenen Enden erzeugt wird,
- O-Formen der so hergestellten Zwischenform 16.

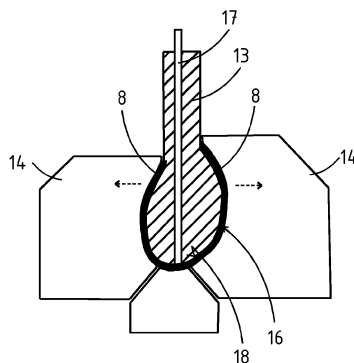


Fig. 5a

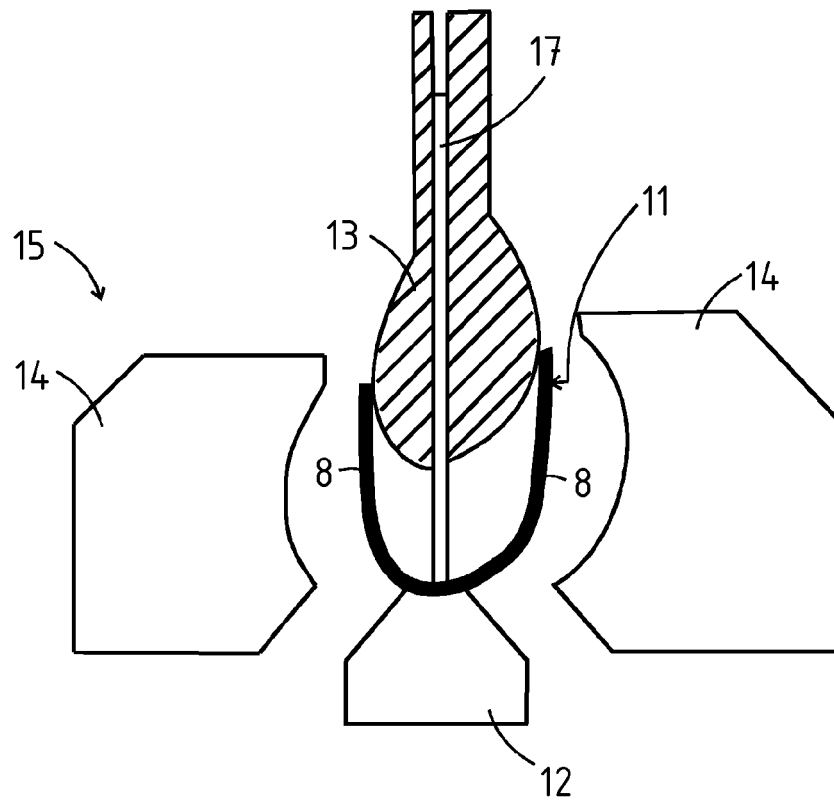


Fig. 5b

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Blechumformbauteils aus einer Platine mittels U-O-Formen, gemäß den Merkmalen von Anspruch 1 bzw. 2.

[0002] Aus dem Stand der Technik ist es bekannt, Blechbauteile durch Umformen herzustellen. Hierzu wird eine metallische Platine bereitgestellt, die in einem Umformwerkzeug zu einem Blechumformbauteil umgeformt wird. Das Blechumformbauteil weist dabei eine dreidimensionale Kontur auf. Diese Umformung erfolgt meist mittels eines Pressumformwerkzeuges mithin zwischen einem Oberwerkzeug und einem Unterwerkzeug.

[0003] Soll nunmehr ein im Querschnitt geschlossenes Hohlprofil hergestellt werden, so ist aus dem Stand der Technik das U-O-Formen bekannt. Hierzu wird zunächst eine ebene Platine bereitgestellt, diese ebene Platine wird U-förmig vorgeformt und im Anschluss daran, O-förmig umgeformt, um ein im Querschnitt geschlossenes Profil aufzuweisen.

[0004] Beispielsweise ist aus der CA 2,962,236 A1 ein solches Herstellungsverfahren bekannt.

[0005] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ausgehend vom Stand der Technik, die Formgebungsmöglichkeiten bei einem um mindestens zwei Raumachsen gekrümmten durch U-O-Form hergestellten Bauteil zu verbessern.

[0006] Die zuvor genannte Aufgabe wird erfindungsgemäß bei einem Verfahren mit den Merkmalen im Anspruch 1 bzw. 2 gelöst.

[0007] Vorteilhafte Ausgestaltungen der vorliegenden Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen beschrieben.

[0008] Das Verfahren zur Herstellung eines Blechumformbauteils bei einer Platine mittels U-O-Formen sieht dabei vor, dass zunächst eine Vorform durch das U-Formen erzeugt wird und anschließend eine Endformgebung durch das O-Formen durchgeführt wird. Erfindungsgemäß zeichnet es sich durch folgende Verfahrensschritte aus:

- Bereitstellen einer ebenen Platine,
- U-Formen der Platine zu einer U-Vorform,
- Endkonturnahes Beschneiden der U-Vorform,
- Einlegen in ein Zwischenformwerkzeug und Anbiegen der abstehenden Schenkel, insbesondere der Enden der U-Form, wobei ein Füllkörper in der U-Vorform platziert ist und die Schenkel durch das Anbiegen den Füllkörper abschnittsweise übergreifen und wobei der Füllkörper nach dem Anbiegen aus der Vorform herausgezogen wird, dergestalt, dass eine elastische Deformation der angebogenen Enden erzeugt wird,
- O-Formen der so hergestellten Zwischenform.

[0009] Alternativ oder ergänzend wird das Verfahren zur Herstellung eines Blechumformbauteils bei einer Platine mittels U-O-Formen mit folgenden Verfahrensschritten durchgeführt:

- Bereitstellen einer ebenen Platine,
- Umformen der Platine auf einem Umformwerkzeug, mit einer Krümmung um eine erste Raumachse,
- Einfahren eines Umformstempels in die mit der ersten Krümmung umgeformte Platine, wobei durch den Umformstempel eine zweite Krümmung der Platine um eine zweite Raumachse erzeugt wird, welche bevorzugt im Wesentlichen orthogonal zur ersten Raumachse liegt und gleichzeitiges Herstellen einer dritten Krümmung um eine dritte Raumachse, wobei die dritte Raumachse im Wesentlichen orthogonal zur ersten Raumachse und zur zweiten Raumachse liegt, wobei durch diese beiden Verfahrensschritte eine U-Vorform erzeugt wird, wobei das Einfahren des Umformstempels die erste Krümmung an der U-Vorform erzeugt
- O-Formen der so hergestellten U-Vorform.

[0010] Erfindungsgemäß kann somit aufgrund des Zwischenformschrittes mit dem Füllkörper die Formgebungsfreiheit deutlich erhöht werden. Insbesondere kann durch die Erzeugung bei einer U-Form bzw. U-Vorform mit mindestens drei Krümmungen, jeweils gekrümmt um eine Raumachse, wobei alle drei Raumachsen im Wesentlichen senkrecht zueinander liegen, ebenfalls die Formgebungsfreiheit gesteigert werden.

[0011] Insbesondere können die beiden vorbeschriebenen Verfahren auch kombiniert werden. Dies bedeutet im Sinne der Erfindung, dass zunächst die U-Vorform um drei Raumachsen mit jeweils mindestens einer Krümmung um jeweils eine Raumachse erzeugt wird und diese dann endkonturnah beschnitten wird und anschließend in ein Zwischenformwerkzeug eingelegt wird.

[0012] Eine vorteilhafte erfindungsgemäße Weiterbildung sieht vor, dass beim O-Formen der so hergestellten U-Form die U-Form auf eine Bauteilaufnahme gelegt wird und zumindest einseitig, bevorzugt beidseitig jeweils endseitig Dorne eingefahren werden. Die Dorne halten bzw. fixieren dabei die U-Form auf der Bauteilaufnahme. Sodann werden seitlich Formbacken an die U-Form angefahren. Zeitlich überschneidend und/oder versetzt wird in Vertikalrichtung eine Matrize abgesenkt. Durch die seitlichen Formbacken und die oberseitige Matrize wird dann zumindest längenabschnittsweise, insbesondere vollständig über die Länge im Querschnitt ein O-Formen durchgeführt, dergestalt, dass im Querschnitt ein geschlossenes Hohlprofil erzeugt wird. Hierdurch können zwei Arbeitsstufen zu einer Arbeitsstufe bzw. in einem Werkzeug zusammengefasst werden. Dies betrifft das seitliche Anbiegen bzw. Einrollen der Schenkel der U-Form durch die Formbacken sowie das Einrollen der Enden und das damit im Querschnitt Schließen des Hohlprofils. Anstelle der U-Form kann auch die später genannte Zwischenform durch so beschriebene O-Formen weiterverarbeitet werden.

[0013] Die ebene Platine kann eine homogene Wandstärke aufweisen, jedoch auch voneinander verschiedene Wandstärken, bspw. als Tailored Blank.

[0014] Eine erste Krümmung ist im Querschnitt durch Ausbildung der U-Form erfolgt. Das Bauteil ist jedoch bevorzugt ebenfalls um eine zweite Raumachse gekrümmt, die im Wesentlichen quer zu der Raumachse der U-Form liegt. Beim beginnenden O-Formen kann es somit zu unbeabsichtigten Eindrückungen kommen, so dass in einem jeweiligen Querschnitt eine konkave Wölbung sich an der O-Form einstellen würde. Mithin ist ein Teil nach innen gewölbt, was jedoch erfindungsgemäß gerade durch das Zwischenformen vermieden wird.

[0015] Der Füllkörper wird somit auf dem Zwischenformwerkzeug wieder aus der Vorform herausgezogen. Dabei wird eine elastische Deformation der angebogenen Schenkel bzw. der angebogenen Enden erzeugt. Diese Deformation kann auch zum Teil plastisch erfolgen. Durch den Füllkörper wird jedoch sichergestellt, dass keine nach innen gerichtete Wölbung an der Zwischenform erzeugt wird.

[0016] In einem weiteren Umformschritt wird dann das O-Formen durchgeführt, insbesondere werden die Stirnseiten der Enden aneinander angelegt. Diese können beispielsweise auch längsnahtverschweißt werden. An das O-Formen kann sich noch ein Innenhochdruckumformvorgang anschließen.

[0017] Es hat sich erfindungsgemäß herausgestellt, dass bevorzugt das O-Formen in zwei Schritten durchgeführt wird, wobei zunächst die angebogenen Enden frei weiter nach innen gebogen werden und anschließend die Stirnseiten der Enden in einem weiteren Verfahrensschritt aneinander gelangen.

[0018] Bei aneinander Anlegen der Stirnseiten wird bevorzugt ein Pressumformwerkzeug verwendet, welches im Querschnitt im geschlossenen Zustand einen geschlossenen Formhohlraum aufweist.

[0019] Hierzu weist die Zwischenform bei Einlegen in das O-Formwerkzeug bevorzugt eine maximale Breite auf, die geringer ist als die Breite des Formhohlraumes selber. Während des O-Formens wird somit die Höhe der Zwischenform abgeflacht und dadurch die Breite vergrößert, so dass bei geschlossenem Formhohlraum das durch O-Formen hergestellte Blechumformbauteil allseitig an dem Formhohlraum des O-Formwerkzeuges anliegt.

[0020] Weiterhin kann erfindungsgemäß die Vorform oder die Zwischenform mit einem in Längsrichtung variierenden Querschnitt und/oder variierender Wandstärke hergestellt werden. Gerade dadurch, dass die Formgebungsfreiheitsgrade durch das Zwischenformen gesteigert werden, können auch variierende Querschnitte über die Länge des Bauteils hergestellt werden.

[0021] Ebenfalls können Platinen mit verschiedener Wandstärke verarbeitet werden, sogenannte Tailored Blanks.

[0022] In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltungsvariante wird das O-Formen als Warmumformen durchgeführt, insbesondere mit einem nachfolgenden Presshärten, so dass bei einer härtbaren Stahllegierung eine hohe Zugfestigkeit von mehr als 1000 MPa eingestellt werden kann.

[0023] Weitere Vorteile, Merkmale, Eigenschaften und Aspekte der vorliegenden Erfindung sind Gegenstand der nachfolgenden Beschreibung. Bevorzugte Ausgestaltungsvarianten sind in den schematischen Figuren dargestellt. Diese dienen zum einfachen Verständnis der Erfindung. Es zeigen:

Figuren 1 bis 10 die verschiedenen Verfahrensschritte zum Herstellen des Bauteils und

Figuren 11 bis 14 eine alternative Ausführungsvariante des Verfahrens bezüglich des O-Formens.

[0024] Figur 1a, 1b, 1c und 1d zeigen ein Tiefziehwerkzeug 2, um aus einer zunächst bereitgestellten ebenen metallischen Platine 1 auf einem Tiefziehwerkzeug 2 zum U-Formen und somit zu einer Vorform geformt wird. Die Platine 1 wird in das Tiefziehwerkzeug 2 eingelegt und ein Niederhalter 4 wird auf eine Matrize 3 abgesenkt, dargestellt in Figur 1b. Hierbei wird eine erste Krümmung 5 um eine Raumachse X erzeugt, so dass die Platine 1 mit einem Bogen bzw. einer Welle vorgeformt wird. Es könnten auch zwei oder drei Krümmungen jeweils parallel versetzt um die erste Raumachse X erzeugt werden, beispielsweise nach dem Prinzip eines Wellenprofils.

[0025] Sodann fährt ein Umformstempel 6 in das Tiefziehwerkzeug 2 ein und erzeugt eine zweite Krümmung 7, dargestellt in Figur 2 um eine zweite Raumachse Y. Gleichzeitig ist jedoch der Stempel 6 auch in seiner Längsrichtung um eine dritte Raumachse Z gekrümmt. Dies ist insbesondere ersichtlich in der Draufsicht gemäß Figur 1c. Durch das

Einfahren des Umformstempels 6 in die Platine 1 wird somit nicht nur die zweite Krümmung 7 um die zweite Raumachse Y erzeugt sondern auch die erste Krümmung 5 um die erste Raumachse X an der U-Vorform 11 erzeugt, und auch eine dritte Krümmung 29 um eine dritte Raumachse Z. Es können auch mehrere dritte Krümmungen um jeweils die Raumachse Z erfolgen, so dass ebenfalls in Draufsicht gemäß Figur 1c bzw. auch später dargestellt bei der U-Vorform gemäß Figur 3b in Draufsicht eine Wellenform erzeugt wird.

[0026] Die zweite Raumachse Y und die erste Raumachse X und die dritte Raumachse Z verlaufen bevorzugt quer zueinander, sie müssen sich jedoch nicht schneiden. Die Raumachsen X,Y und Z können jedoch auch in einem Winkelbereich von 60 bis 110 Grad, insbesondere 70 bis 100 Grad zueinander angeordnet sein. Die Raumachsen müssen sich nicht schneiden, sie können versetzt zueinander verlaufen. Würden beide in eine Ebene projiziert werden, würden sie im oben genannten Winkelbereich bzw. quer zueinander verlaufen.

[0027] Es wird somit eine U-Vorform 11 erstellt, die gemäß Figur 3a, b und c eine erste Krümmung 5 um eine erste Raumachse X und eine zweite Krümmung 7 um eine zweite Raumachse Y aufweist sowie eine dritte Krümmung 29 um eine dritte Raumachse Z. Der Übersicht halber ist hier die zweite Raumachse Y, der Krümmung 5 um die erste Raumachse X folgend dargestellt. Die U-Vorform 11 weist eine U-Form auf, deren Schenkel 8 jeweils an Enden 9 beschnitten wird. Insbesondere erfolgt dieser Beschnitt endkonturnah. Es ergeben sich somit Stirnseiten 10 an den Enden 9. Die Stirnseiten 10 erstrecken sich über die Länge L der U-Vorform 11. Nunmehr erfolgt das erfindungsgemäße Zwischenformen, dargestellt in Figuren 4, 5a und 5b.

[0028] Die U-Vorform 11 wird auf einem Amboss 12 abgelegt und ein Füllkörper 13 wird in die Vorform 11 eingeführt. Sodann werden durch weitere Werkzeugteile 14 eines Zwischenformwerkzeuges 15 die Schenkel 8 und insbesondere in ihrem Endbereich 9 angebogen. Dies erfolgt dergestalt, dass die Enden 9 der Schenkel 8 aufeinander zu zeigend angebogen werden. Sie übergreifen somit zumindest abschnittsweise den Füllkörper 13, dargestellt in Figur 5a. Die Werkzeugteile 14 werden danach geöffnet, angedeutet durch die gestrichelten Pfeile. Damit der Füllkörper 13 nunmehr aus der damit hergestellten Zwischenform 16 herausgezogen werden kann, wird zumindest ein Stift 17 vorgesehen, der den Füllkörper 13 durchgreift und auf den Boden 18 der Zwischenform 16 drückt, so dass bei Herausziehen des Füllkörpers die Schenkel 8 elastisch nach außen deformiert werden, was in Figur 5b dargestellt ist. Dabei kann auch eine leichte plastische Deformation der Schenkel 8 zusätzlich stattfinden.

[0029] Folgend auf diesen Zwischenformschritt folgt dann ein O-Formen, besonders bevorzugt in zwei weiteren Verfahrensschritten. Zunächst wird die so hergestellte Zwischenform 16 wiederum auf einen anderen Amboss 19 abgesetzt und mit Werkzeugteilen 20 eines O-Formwerkzeuges werden die Schenkel 8 und insbesondere die Enden 9 der Schenkel 8 weiter nach innen gebogen, dargestellt in Figur 7. Dabei ist ein Haltestift 21 vorgesehen, welche den Boden 18 der Zwischenform auf den Amboss 19 drückt, so dass die Schenkel 8 weiter aufeinander zu gebogen werden, dargestellt in den Figuren 6 und 7.

[0030] In einem weiteren, nachfolgenden Verfahrensschritt des O-Formens wird dann ein Pressumformwerkzeug 24 verwendet, welches ein Oberwerkzeug 22 und ein Unterwerkzeug 23 aufweist. Ein Formhohlraum 25 ist gemäß Figur 10 mit einer Breite B25 breiter als eine Breite B16 der Zwischenform 16 nach dem ersten Verfahrensschritt des O-Formens (vgl. Figur 10). Das Pressumformwerkzeug 24 wird folglich geschlossen, dargestellt in Figur 9. Es ergibt sich ein geschlossener Formhohlraum. Dabei werden die Stirnseiten der Enden aneinander angelegt und ein im Querschnitt geschlossenes Blechumbauteil 26, auch Formbauteil genannt, hergestellt. Dieses liegt insbesondere mit seiner Außenmantelfläche 27 allseits umfassend an der Innenmantelfläche 28 des Formhohlraums 25 an.

[0031] Figuren 11, 12, 13 und 14 zeigen eine alternative Ausführungsvariante des erfindungsgemäßen Verfahrens hinsichtlich des O-Formens. Figur 11 und 12 zeigen einen Querschnitt durch das gleiche Werkzeug zu unterschiedlichen Zeitpunkten. Figuren 13 und 14 zeigen eine jeweilige Seitenansicht sowie Querschnittsansicht desselben Werkzeuges zu unterschiedlichen Zeitpunkten. Gemäß Figur 11 und 13 wird die zunächst hergestellte U-Form, bzw. Zwischenform auf einer Bauteilaufnahme 30 abgelegt. Bei der U-Form kann es sich um eine durch U-Formen hergestellte U-Form handeln bzw. die gemäß der Erfindung hergestellte U-Vorform. Es kann sich jedoch auch um die Zwischenform 16 handeln, die mit dem Fertigungsschritt in Figur 5b hergestellt wurde. Bei dieser Zwischenform 16 wird dann in Abwandlung zu Figur 6 bis 9 nur ein Werkzeug zum weiteren O-Formen verwendet. Dabei wird zunächst durch seitliche Formbacken 31 in einer Querrichtung Q die Schenkel 8 aufeinander zu gebogen. Zeitlich versetzt oder auch zeitgleich beginnt eine obere Matrize 32 sich abzusenken, so dass insbesondere die Enden 9 der Schenkel 8 aufeinander zu geformt werden und dadurch das O-Formen, also die Herstellung eines im Querschnitt geschlossenen Hohlprofils hergestellt wird. Dieser Umformvorgang ist abgeschlossen in Figur 12 und 14, in welchen das hergestellte Blechumformbauteil 33 dargestellt ist. Damit nunmehr, insbesondere die Zwischenform bzw. U-Form nach dem Ablegen auf der Bauteilaufnahme 30 nicht kippt, werden endseitig Dorne 34 eingefahren. Dieses Einfahren der Dorne 34 erfolgt für den Längenabschnitt teilweise in Längsrichtung der Zwischenform 16. Hierdurch wird die Zwischenform 16 während des Umformvorganges fixiert und an einem Kippen bzw. sonstigen Verrutschen auf der Bauteilaufnahme 30 gehalten. Nach Abschluss des in Figur 14 dargestellten O-Formvorganges werden dann, was jedoch nicht näher dargestellt ist, die Dorne 34, bezogen auf die Bildrichtung schräg nach links oben und schräg nach rechts oben aus dem hergestellten Blechumformbauteil 33 seitlich bzw. endseitig herausgezogen.

Bezugszeichen:

[0032]

5	1 -	Platine
	2 -	Tiefziehwerkzeug
	3 -	Matrize
	4 -	Niederhalter
	5 -	erste Krümmung
10	6 -	Stempel
	7 -	zweite Krümmung
	8 -	Schenkel
	9 -	Ende zu 8
	10 -	Stirnseite zu 9
15	11 -	U-Vorform
	12 -	Amboss
	13 -	Füllkörper
	14 -	Werkzeugteil
	15 -	Zwischenformwerkzeug
20	16 -	Zwischenform
	17 -	Stift
	18 -	Boden
	19 -	Amboss
	20 -	Werkzeugteil
25	21 -	Haltestift
	22 -	Oberwerkzeug
	23 -	Unterwerkzeug
	24 -	Pressumformwerkzeug
	25 -	Formhohlraum
30	26 -	Blechumbauteil
	27 -	Außenmantelfläche
	28 -	Innenmantelfläche zu 25
	29 -	dritte Krümmung
	30 -	Bauteilaufnahme
35	31 -	Formbacke
	32 -	obere Matrize
	33 -	Blechumformbauteil
	34 -	Dorne
	X -	erste Raumachse
40	Y -	zweite Raumachse
	Z -	dritte Raumachse
	L -	Länge
	Q -	Querrichtung
	B16	Breite zu 16
45	B25	Breite zu 25

Patentansprüche

- 50 1. Verfahren zur Herstellung eines Blechumformbauteils aus einer Platine (1) mittels U-O-Formen, wobei zunächst eine Vorform durch das U-Formen erzeugt wird und anschließend eine Endformgebung zu einer Endform durch das O-Formen durchgeführt wird, **gekennzeichnet, durch** folgende Verfahrensschritte:
- 55
- Bereitstellen einer ebenen Platine (1),
 - U-Formen der Platine (1) zu einer U-Vorform,
 - Endkonturnahes Beschneiden der U-Vorform,
 - Einlegen der U-Vorform (11) in ein Zwischenformwerkzeug (1) und Anbiegen der abstehenden Schenkel (8), insbesondere der Enden (9) der U-Form, wobei ein Füllkörper (13) in der U-Vorform platziert ist und die Schenkel

(8) den Füllkörper (13) abschnittsweise übergreifen und nach dem Anbiegen aus der Vorform herausgezogen wird, dergestalt, dass eine elastische und optional plastische Deformation der angebogenen Enden erzeugt wird, • O-Formen der so hergestellten Zwischenform (16).

- 5 **2.** Verfahren zur Herstellung eines Blechumformbauteils aus einer Platine (1) mittels U-O-Formen, wobei zunächst eine Vorform durch das U-Formen erzeugt wird und anschließend eine Endformgebung zu einer Endform durch das O-Formen durchgeführt wird, **gekennzeichnet, durch** folgende Verfahrensschritte:
 - 10 • Bereitstellen einer ebenen Platine (1),
 - Umformen der Platine (1) auf einem Umformwerkzeug, mit einer Krümmung (5) um eine erste Raumachse (X),
 - Einfahren eines Umformstempels (6) in die mit der ersten Krümmung (5) umgeformte Platine (1), wobei durch den Umformstempel (6) eine zweite Krümmung (7) der Platine (1) um eine zweite Raumachse (Y) erzeugt wird, welche bevorzugt im Wesentlichen orthogonal zur ersten Raumachse (X) liegt und gleichzeitiges Herstellen einer dritten Krümmung (29) um eine dritte Raumachse (Z), wobei die dritte Raumachse im Wesentlichen orthogonal zur ersten Raumachse (X) und zur zweiten Raumachse (Y) liegt, wobei durch diese beiden Verfahrensschritte eine U-Vorform (11) erzeugt wird, wobei das Einfahren des Umformstempels (6) die erste Krümmung (5) an der U-Vorform (11) erzeugt.
 - O-Formen der so hergestellten U-Vorform (11).
- 20 **3.** Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** O-Formen in zwei Schritten durchgeführt wird, wobei zunächst die angebogenen Enden frei weiter nach innen gebogen werden und anschließend die Stirnseiten (10) der Enden (8) in einem weiteren Verfahrensschritt aneinander gelangen.
- 25 **4.** Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei aneinander Anlegen der Stirnseiten (10) ein Pressumformwerkzeug (24) verwendet wird, welches im Querschnitt einen geschlossenen Formhohlraum (25) aufweist.
- 30 **5.** Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zwischenform (16) bei Einlegen in das O-Formwerkzeug eine maximale Breite (B16) aufweist, die geringer ist, als die Breite (B25) des Formhohlraumes (25).
- 35 **6.** Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorform und/oder die Zwischenform (16) mit einem in Längsrichtung variierenden Querschnitt und/oder variierender Wandstärke hergestellt wird.
- 40 **7.** Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die maximale Breite (B16) des Querschnitts der Zwischenform (16) mindestens mehr als 5%, bevorzugt mehr als 10%, insbesondere mehr als 15% und besonders bevorzugt mehr als 20% kleiner ist, als die maximale Breite (B25) des Querschnitts des Formhohlraumes (25).
- 45 **8.** Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest das O-Formen als Warmformen durchgeführt wird, insbesondere mit nachfolgendem Presshärten.
- 50 **9.** Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das O-Formen der U-Vorform (11) bzw. der Zwischenform (16) in einem Werkzeug durchgeführt wird, wobei die U-Vorform (11) bzw. die Zwischenform (16) auf eine Bauteilaufnahme (30) gelegt wird und durch seitliches Anfahren von Formbacken (31) und oberseitiges Absenken einer Matrize (32) zu einer O-Form umgeformt wird.

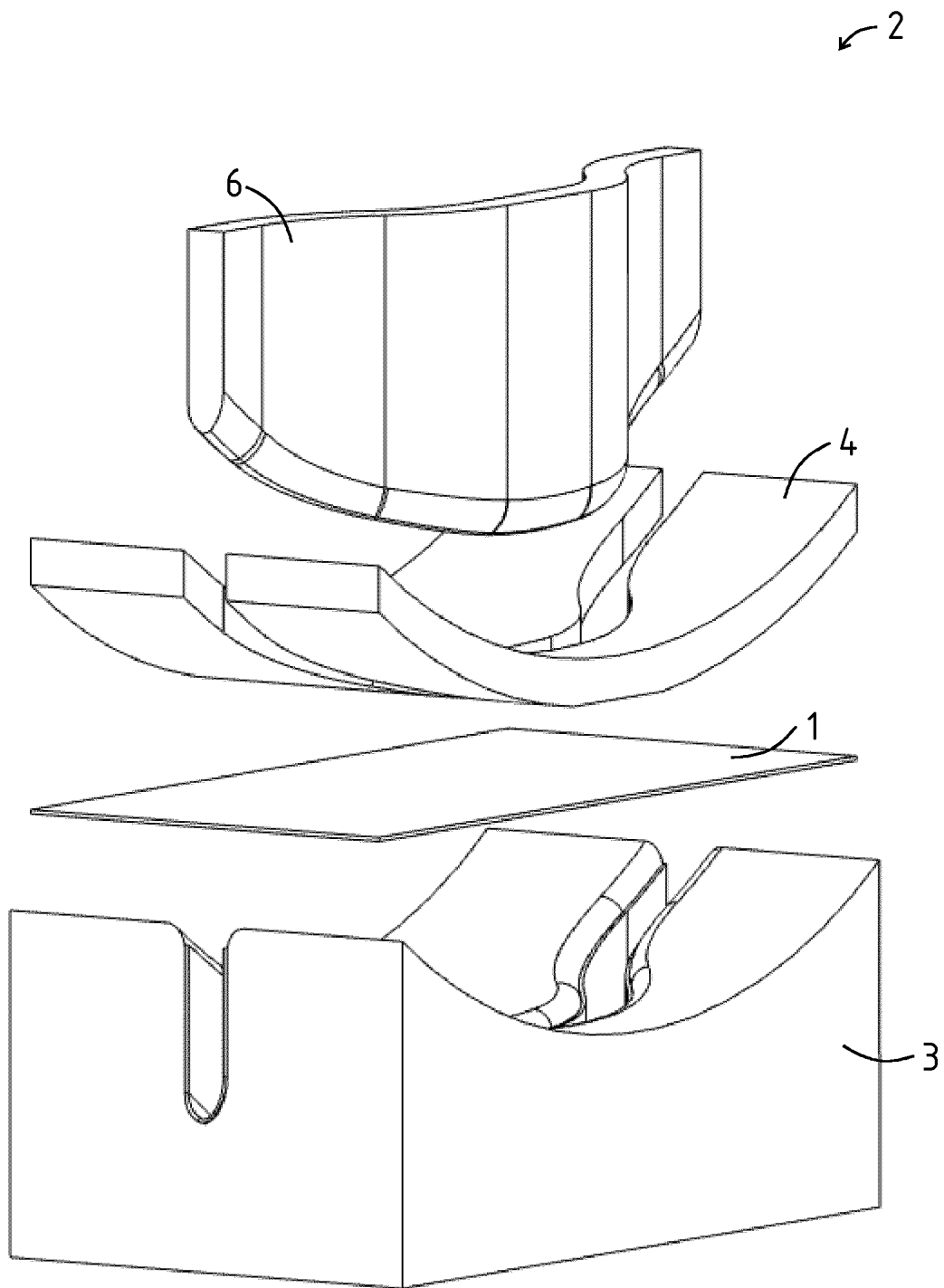


Fig. 1a

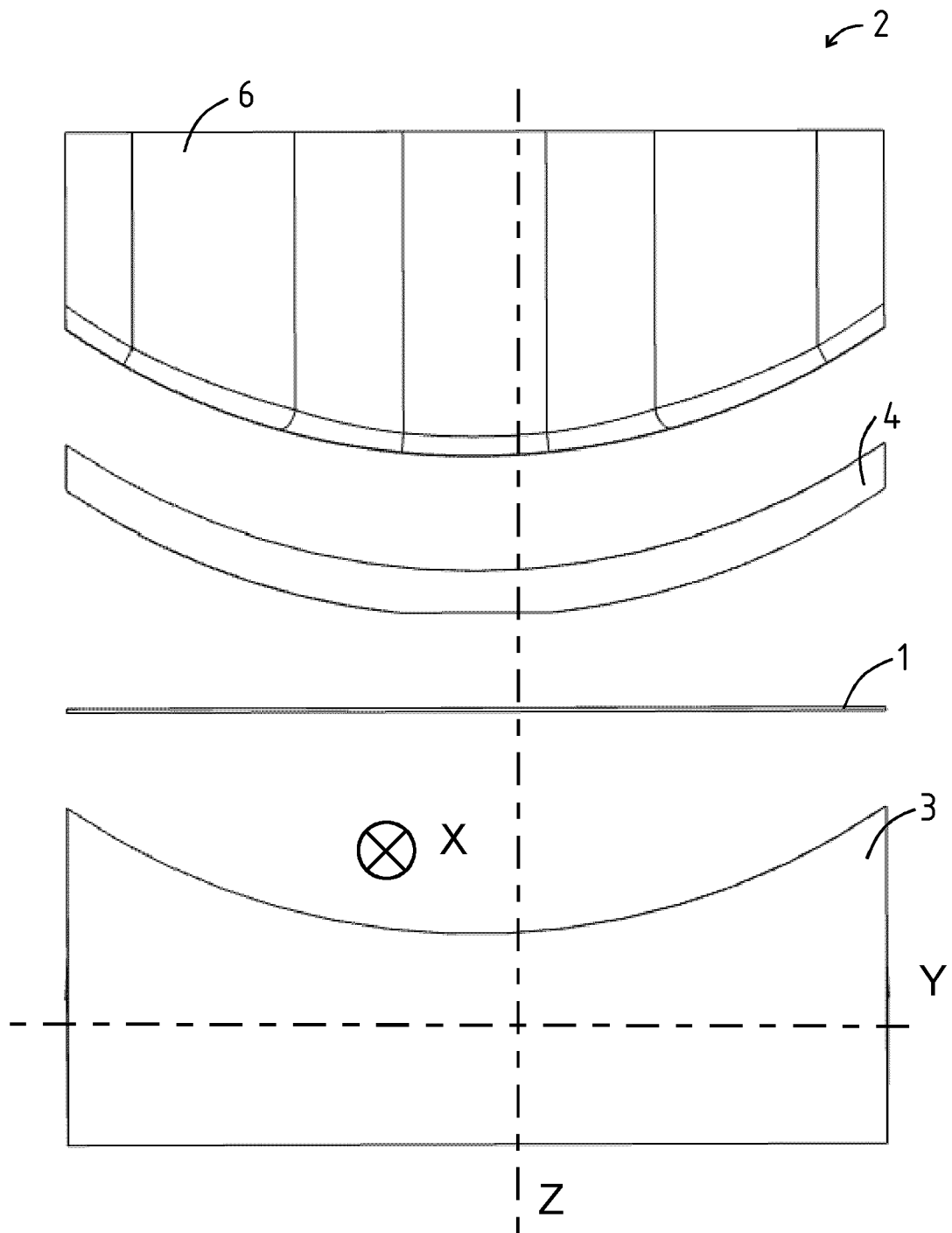


Fig. 1b

2
↘

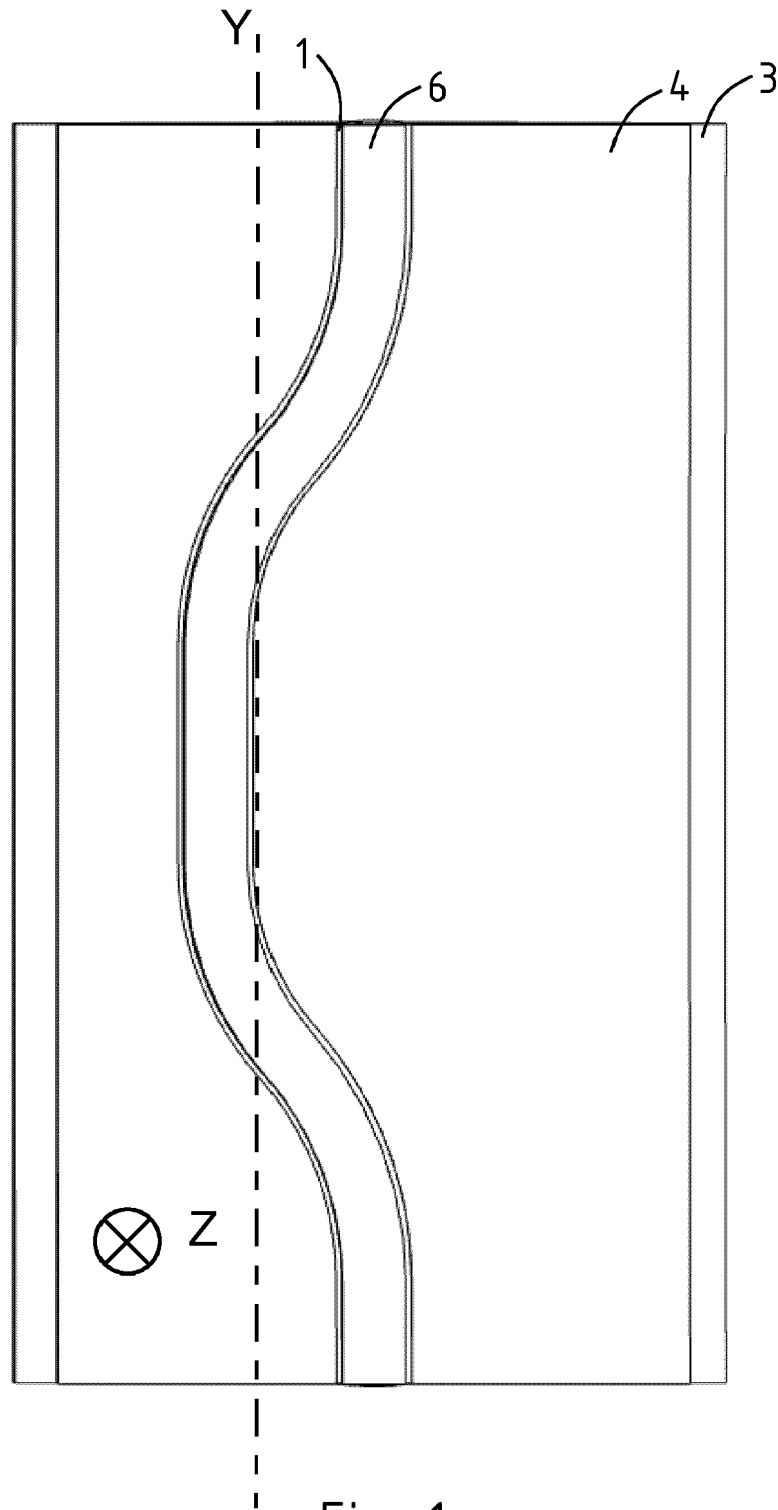


Fig. 1c

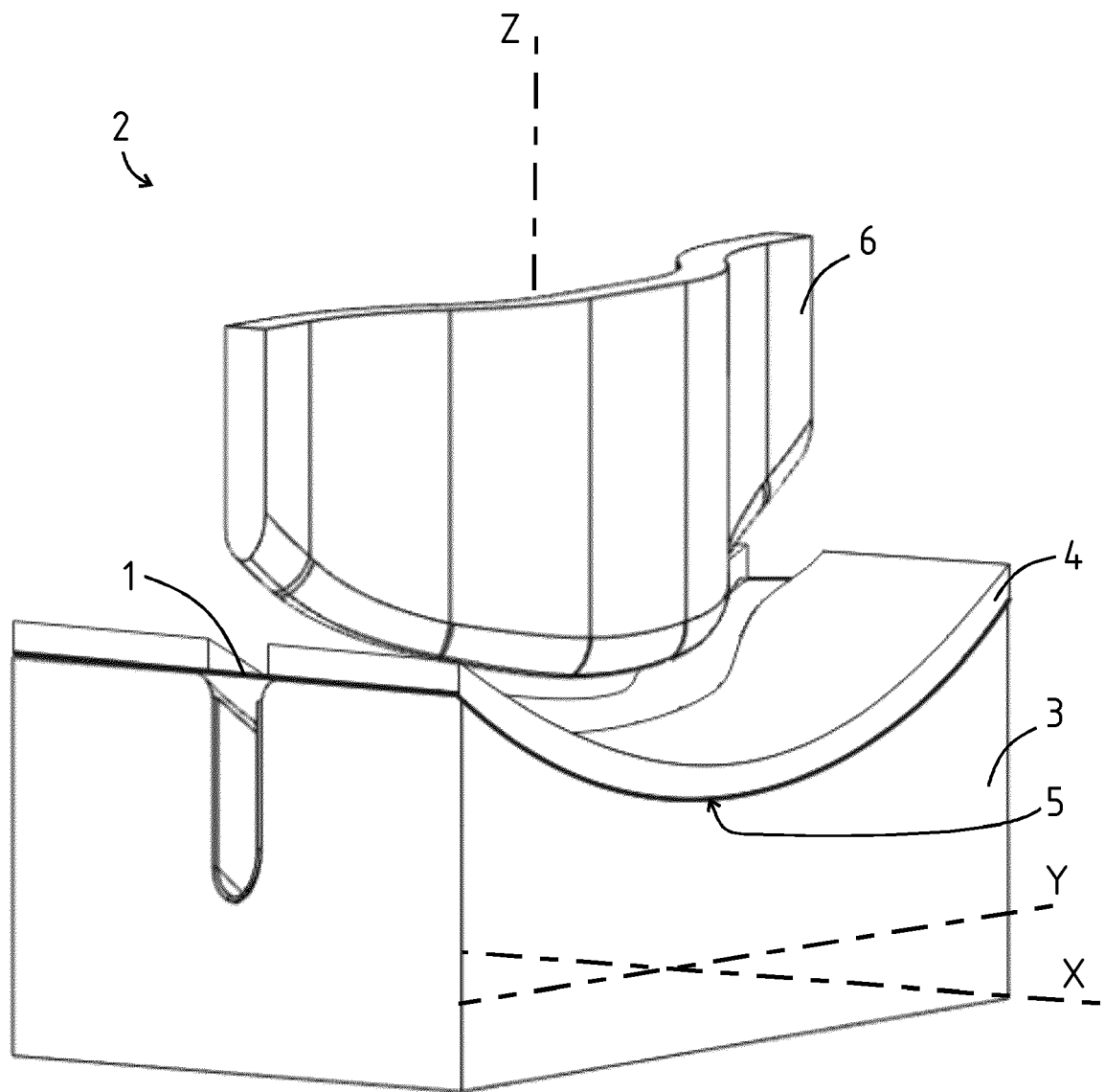


Fig. 1d

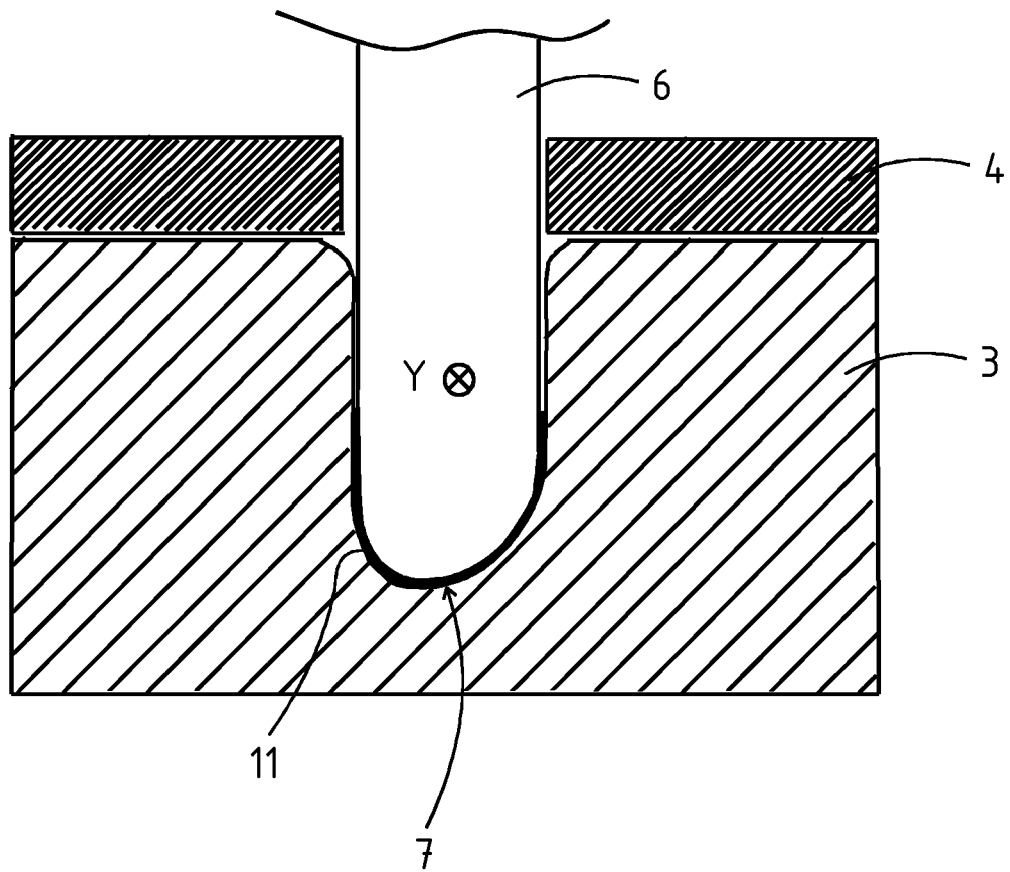


Fig. 2

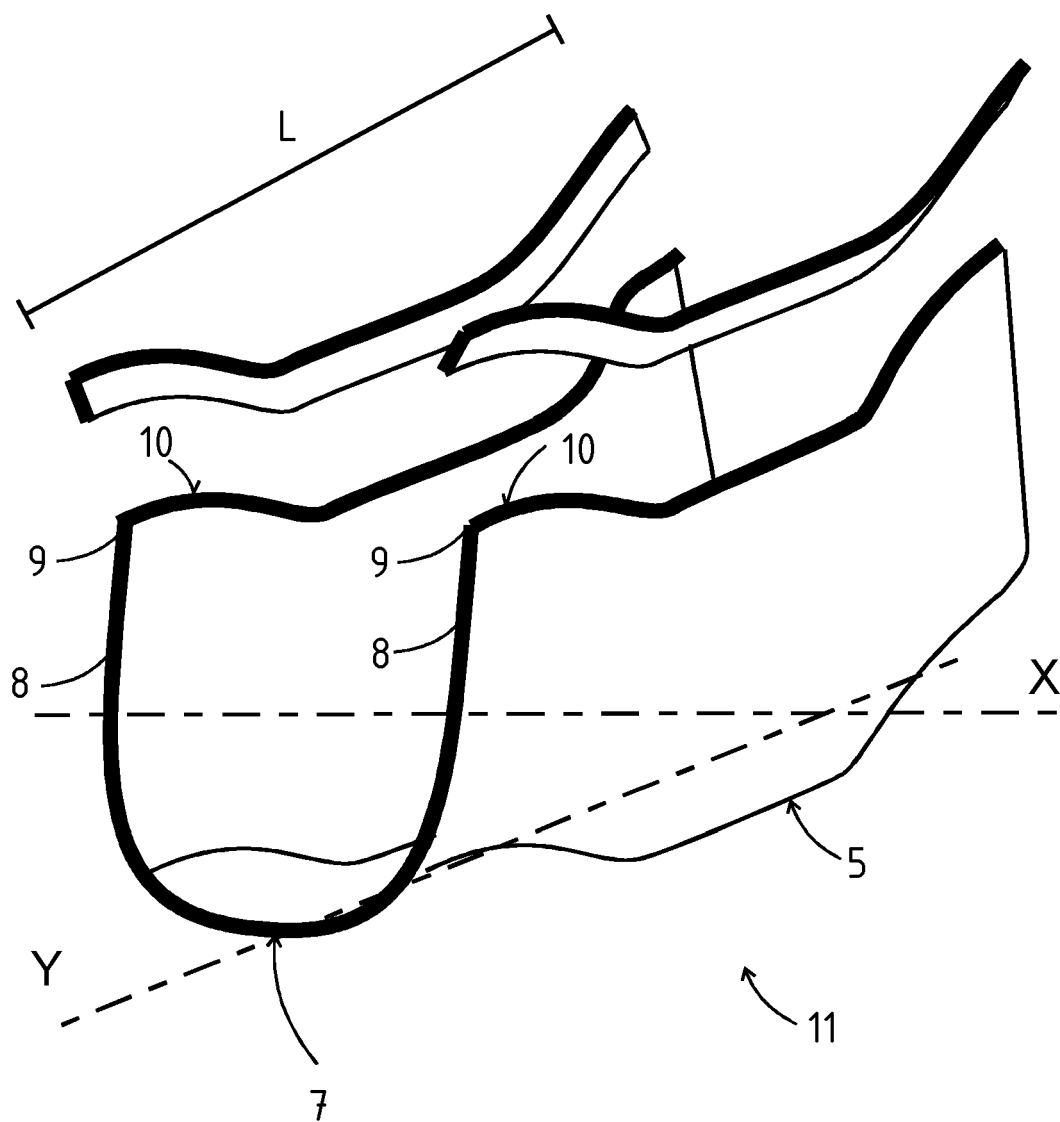


Fig. 3a

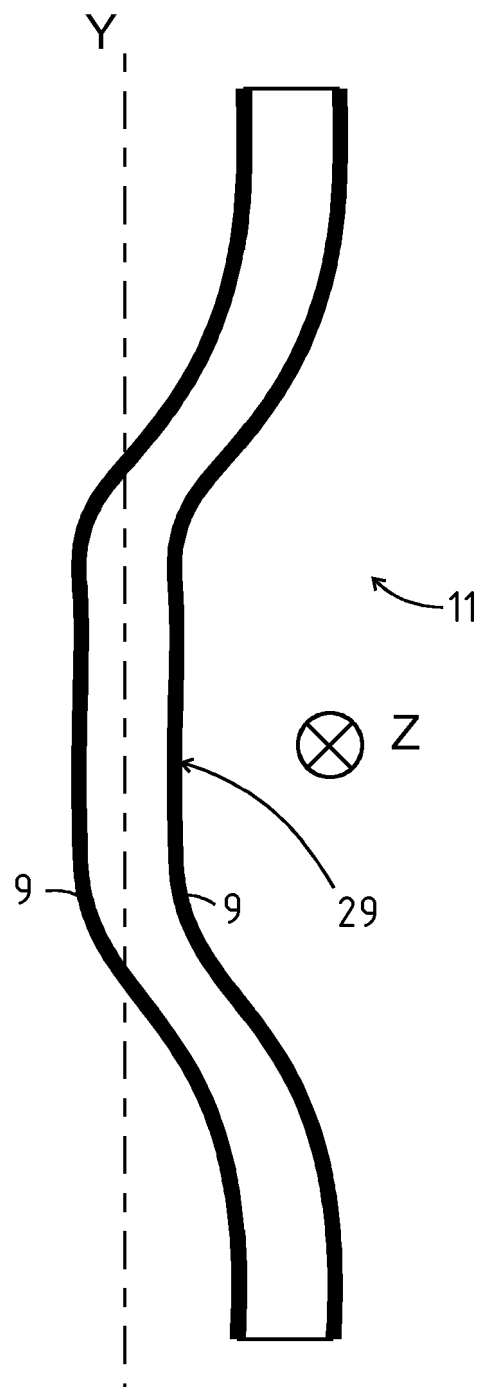


Fig. 3b

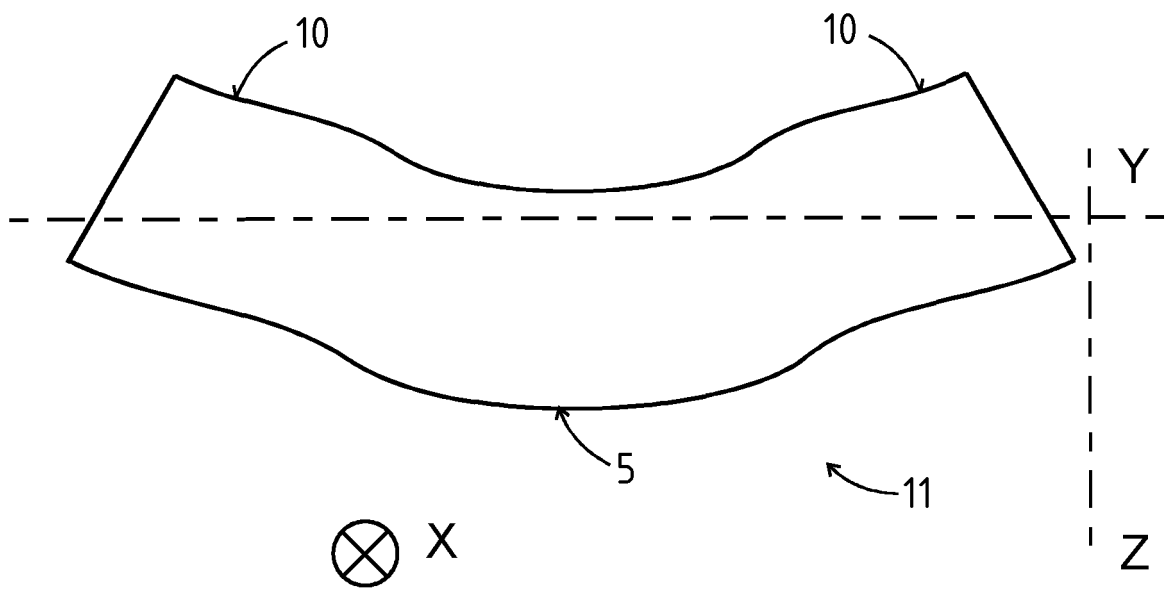


Fig. 3c

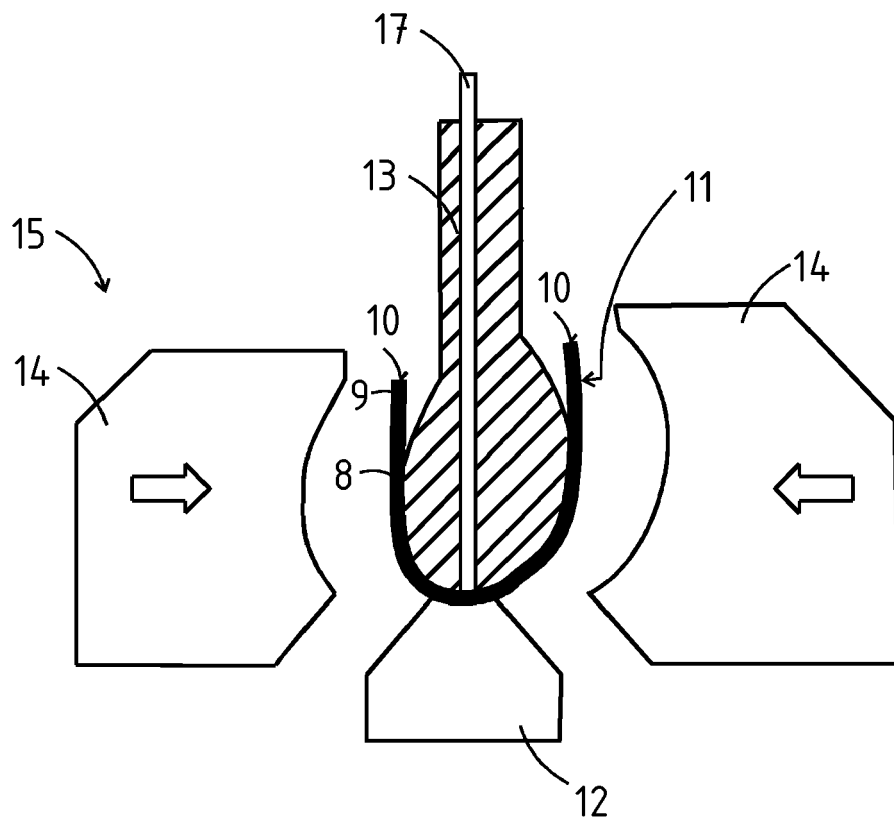


Fig. 4

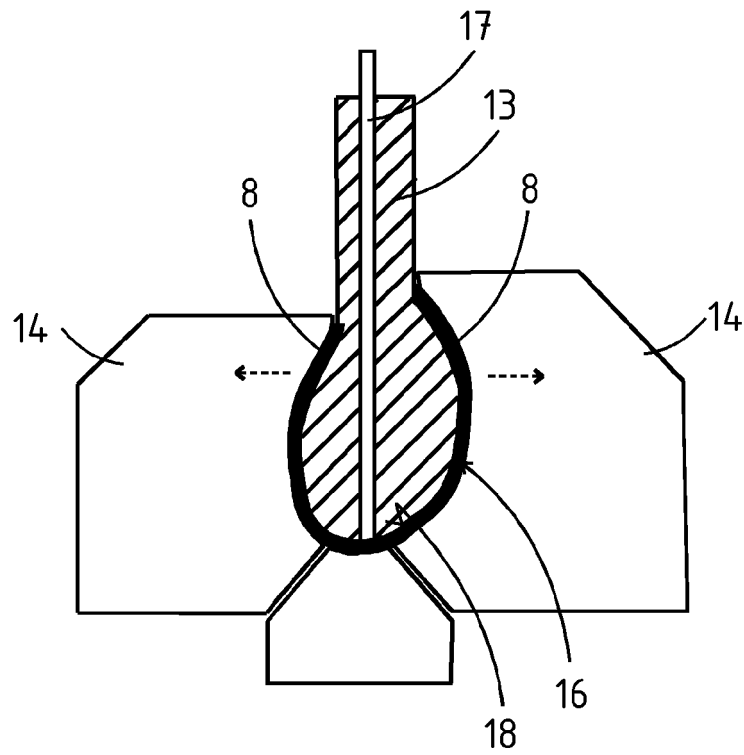


Fig. 5a

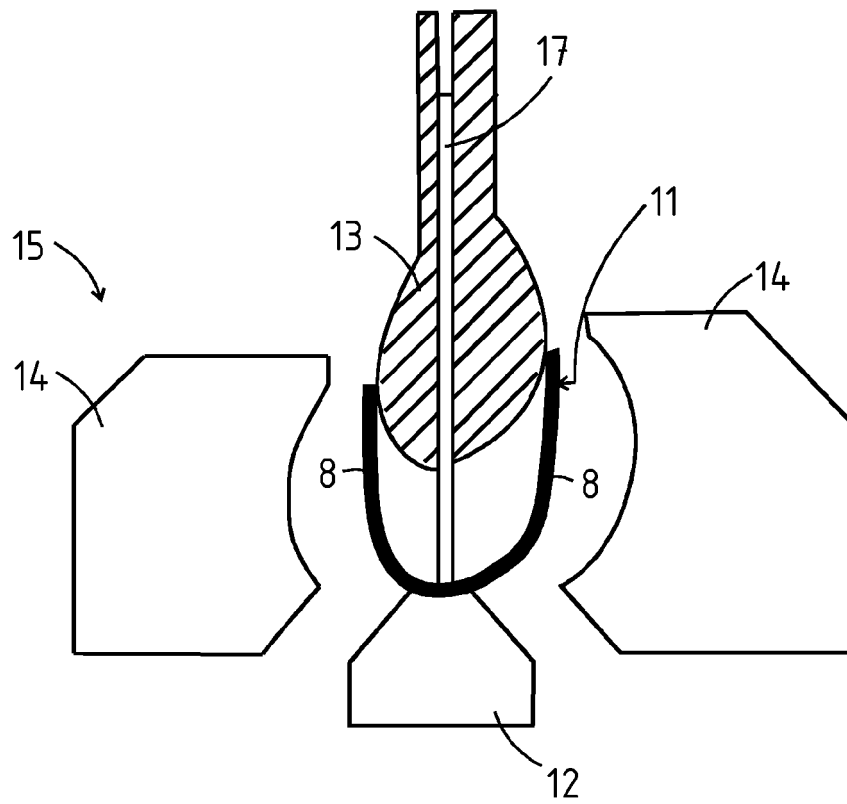


Fig. 5b

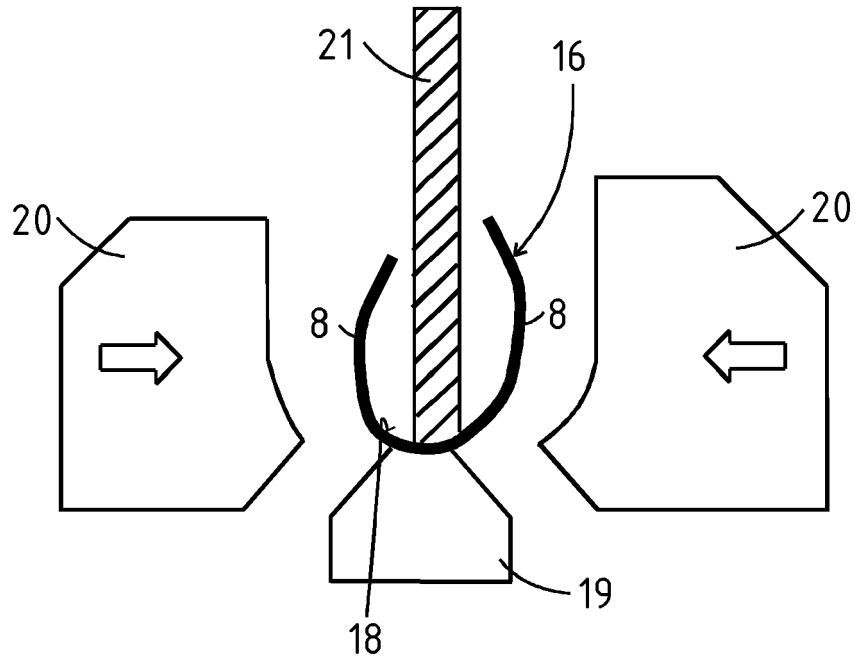


Fig. 6

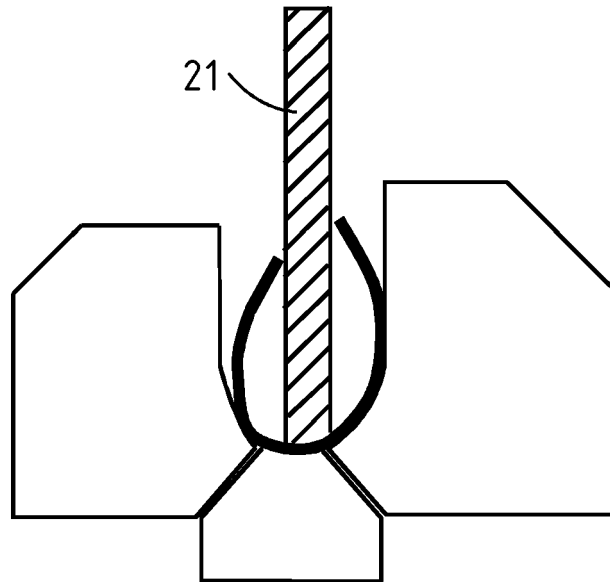


Fig. 7

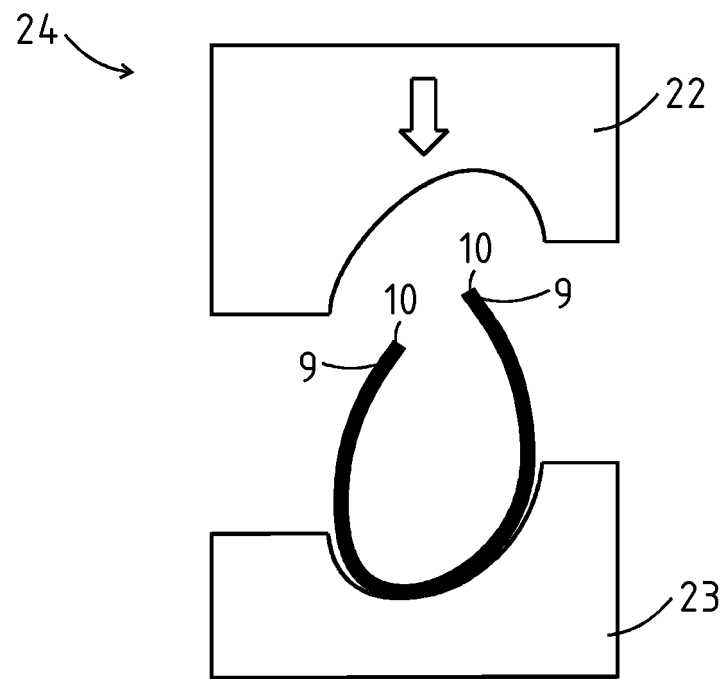


Fig. 8

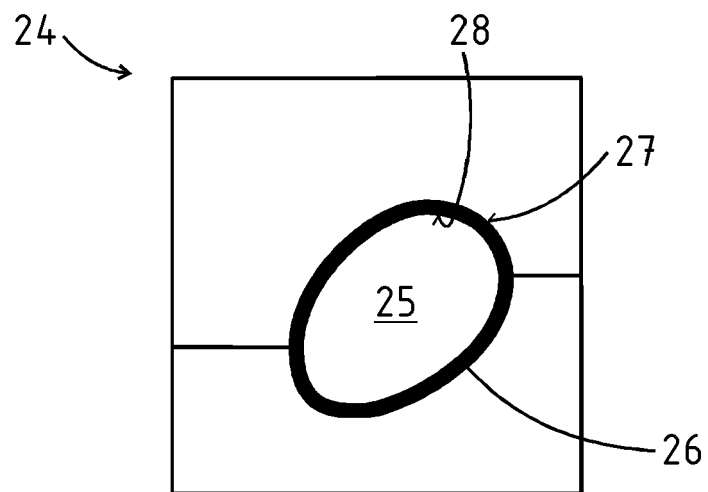


Fig. 9

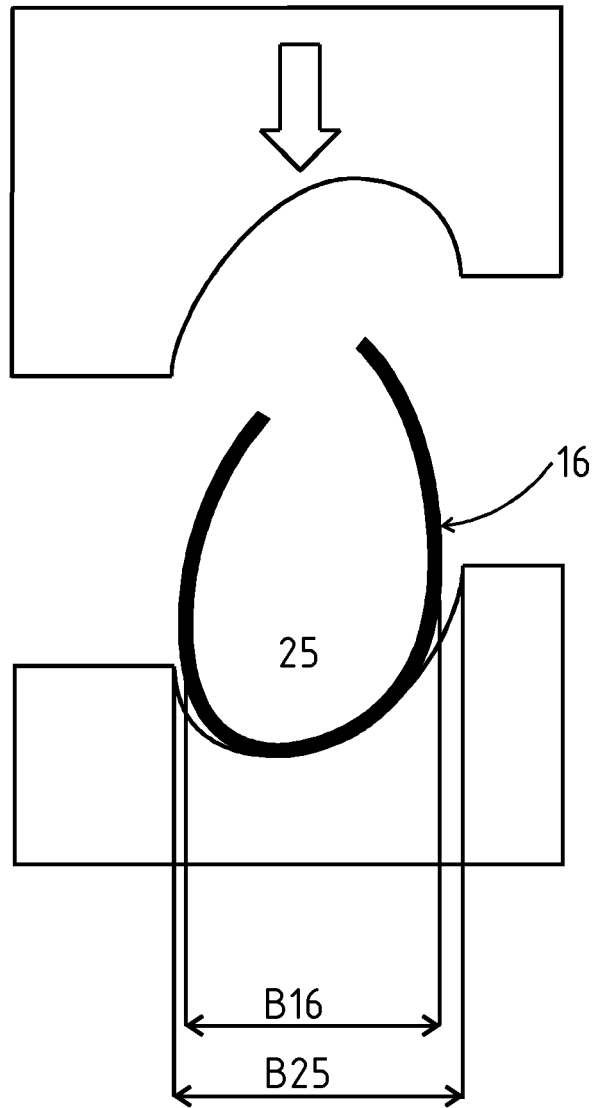


Fig. 10

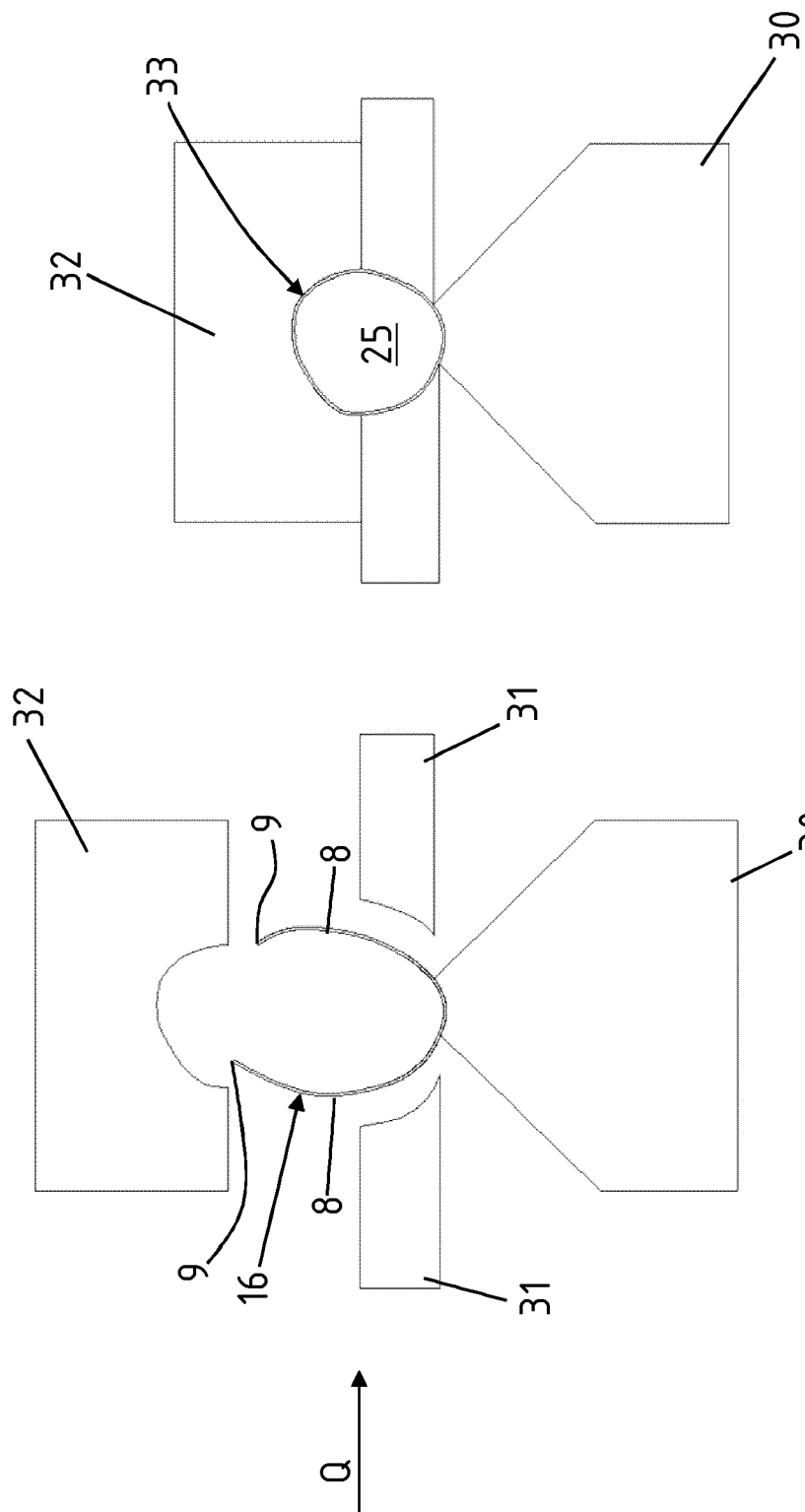
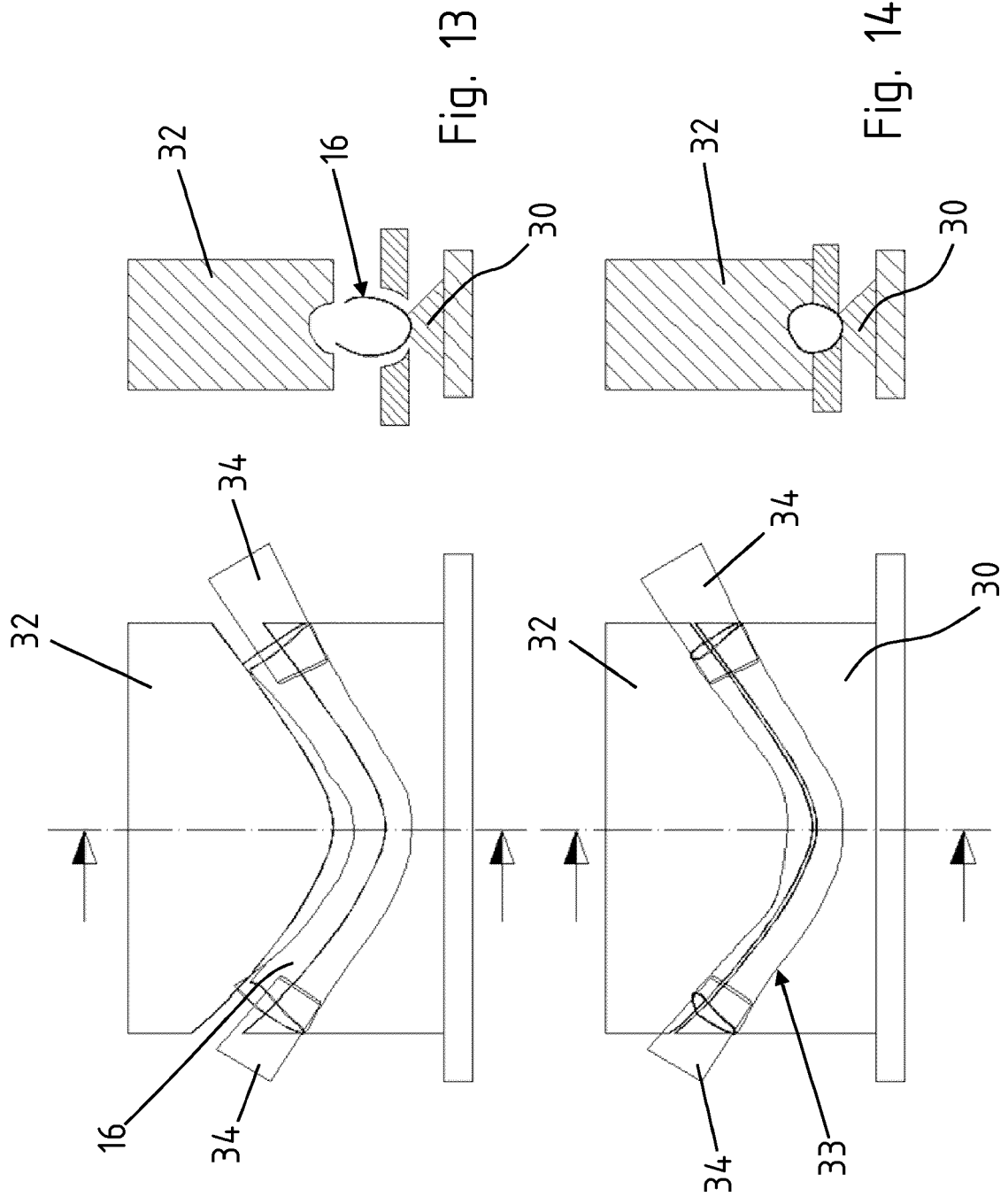


Fig. 12

Fig. 11



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

- CA 2962236 A1 [0004]