

WO 2013/156193 A1



SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG). **Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

Verfahren und Vorrichtung zum Umformen eines Werkstücks

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Umformen eines Werkstücks gemäß den Oberbegriffen der Ansprüche 1 und 11.

Das umzuformende Werkstück weist eine Mittenachse, einen radial inneren Bereich und einen radial äußeren Bereich auf. Bei dem Verfahren wird der radial innere Bereich des Werkstücks mittels eines Stempels und einer Matrize durch Ziehen in Achsrichtung umgeformt. Dabei wird ein axialer Formabschnitt gebildet.

Die Vorrichtung umfasst eine Matrize und einen Stempel zum Umformen des radial inneren Bereichs des Werkstücks durch Ziehen.

Mit dem beschriebenen Umformverfahren und der beschriebenen Vorrichtung lassen sich durch sogenanntes Ziehen oder Tiefziehen eine Vielzahl von Formen herstellen. Dabei erfolgt üblicherweise eine Durchmesserreduzierung des Werkstücks. Die bei der Umformung auftretenden Spannungen, insbesondere radiale Zug- und tangentialle Druckspannungen, bewirken einen äußerst komplexen Materialfluss.

Die durch Ziehen oder Tiefziehen hergestellten Formen weisen üblicherweise einen radialen Flanschabschnitt und einen axialen Formabschnitt auf. Unter dem axialen Formabschnitt wird hierbei insbesondere ein aus der Ebene des radialen Flanschabschnittes herausragender Werkstückabschnitt verstanden.

Eine bekannte Schwachstelle bei der Umformung durch Tiefziehen ist die Kante beziehungsweise der Übergang zwischen dem radialen Flanschabschnitt und dem axialen Formabschnitt. In diesem Bereich tritt häufig eine Materialschwächung auf, die im ungünstigsten Fall auch zu einem Materialabriss führen kann. Zur Vermeidung einer übermäßigen Materialschwächung ist es beispielsweise bekannt, das Werk-

stück bei der Umformung zu erwärmen, im Übergangsbereich relativ große Bieegeradien vorzusehen und/oder den Ziehvorgang mehrstufig durchzuführen.

Durch Ziehen beziehungsweise Tiefziehen lassen sich beispielsweise Näpfe herstellen. Die Umformung durch Tiefziehen erfordert hohe axiale Presskräfte.

Ein weiteres Anwendungsgebiet für das Ziehen beziehungsweise Tiefziehen ist die Herstellung von Getriebeteilen mit einer mittigen Nabe. Das Verfahren wird beispielsweise bei der Herstellung von Riemenscheiben oder Lamellenträgern angewendet. Hierbei wird durch Tiefziehen zunächst eine Vorform mit einer Nabe hergestellt, die anschließend, beispielsweise auf einer Drück- oder Drückwalzmaschine, weiter umgeformt wird. Das Tiefziehen eines Werkstücks zur Herstellung eines Lamellenträgers ist beispielsweise in der DE 43 27 746 A1 beschrieben.

Bei einem alternativen Verfahren zum Anformen einer Nabe an ein rondenförmiges Ausgangswerkstück wird ein Außenbereich des Werkstücks mittels einer Drückrolle umgeformt und das dabei gewonnene Material zu einem zylindrischen Vorsprung um einen das Werkstück durchdringenden Werkzeugstift geformt. Dieses Verfahren zur Herstellung eines eine Nabe aufweisenden Getriebeteils ist beispielsweise in der DE 44 00 257 C1 beschrieben.

In der EP 0 997 210 A2 ist ein Verfahren zur Nabenanformung beschrieben, bei dem der Außenbereich des Werkstücks durch eine Rolle mit einer Schneidkante bearbeitet wird. Das von dem Außenbereich abgetrennte Material wird in einer Kammerung der Rolle zu der Nabe geformt.

Bei der Nabenherstellung durch Drücken oder Spalten bestehen Limitierungen hinsichtlich der Formgestaltung und Wandstärke der Nabe.

Der Erfindung liegt die **A u f g a b e** zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Umformen eines Werkstücks anzugeben, welche eine besonders wirtschaftliche und effiziente Umformung ermöglichen.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 11 gelöst. Bevorzugte Ausgestaltungen sind in den jeweils abhängigen Ansprüchen angegeben.

Das Verfahren ist erfindungsgemäß dadurch gekennzeichnet, dass während der Umformung durch Ziehen das Werkstück um die Mittenachse in Drehung versetzt und bei drehendem Werkstück der radial äußere Bereich des Werkstücks mittels mindestens einer Umformrolle beaufschlagt wird, wobei ein Materialfluss in Richtung des radial inneren Bereichs des Werkstücks erzeugt beziehungsweise unterstützt wird.

Bei einer Vorrichtung ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass die Matrize und der Stempel drehbar gelagert sind und dass eine Umformrolle angeordnet ist, durch welche während der Umformung des Werkstücks durch Ziehen ein radial äußerer Bereich des Werkstücks beaufschlagbar ist, wobei ein Materialfluss in Richtung des radial inneren Bereichs des Werkstücks erzeugbar ist.

Ein Grundgedanke der Erfindung besteht darin, während des Ziehvorgangs eine Materialverdrängung mittels der Umformrolle aus dem radial äußeren Bereich in den radial inneren Bereich zu bewirken oder zu unterstützen. Die Beaufschlagung oder Umformung des radial äußeren Bereichs des Werkstücks mittels der Umformrolle kann derart erfolgen, dass gezielt ein radial nach innen gerichteter Materialfluss erzeugt wird, Material also radial nach innen verschoben wird.

Der durch die Umformrolle erzeugte Materialfluss unterstützt den Materialfluss beim Ziehen. Die Materialschwächung an der Kante zwischen dem durch Ziehen umgeformten, radial inneren Bereich und dem radial äußeren Bereich des Werkstücks wird substantiell vermindert. Damit eignen sich das Verfahren und die Vorrichtung insbesondere für die Herstellung von Getriebeteilen, wie beispielsweise Nabenscheiben, Riemenscheiben, Lamellenträgern oder Drehschwingungsdämpfern, bei welchen gerade dieser Übergangsbereich großen Belastungen ausgesetzt ist. Zudem lassen sich ohne Materialschwächung kleinere Radien an dem Übergang beziehungsweise der Kante formen. Durch das Nachschieben von Material nach innen können außerdem die erforderlichen Presskräfte zwischen Stempel und Matrize reduziert werden. Zudem kann eine Beaufschlagung mit einer Umformrolle zu einem Spannungsabbau im radial äußeren Bereich und damit zur Verminderung einer Wellenbildung beitragen.

Ein weiterer Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin, dass durch die Umformung des Außenbereichs mittels Umformrolle eine hohe Kaltverfestigung des

Materials bewirkt werden kann. Somit lässt sich wirtschaftlich ein besonders belastbares Bauteil herstellen.

Die Umformung des radial inneren Bereichs durch Ziehen ermöglicht überdies eine weitgehend freie Formgestaltung, wobei auch nicht-rotationssymmetrische Konturen, beispielsweise polygonale Konturen oder Riffelungen, geformt werden können. Durch den verbesserten Materialfluss können komplexe Werkstückformen hergestellt werden.

Bei dem umzuformenden Werkstück kann es sich insbesondere um ein Flachmaterial, insbesondere einen Blechrohling, mit einer Hauptstreckungsrichtung quer oder radial zur Mittenachse handeln. Beispielsweise kann es sich bei dem Werkstück um eine Ronde handeln. Vorzugsweise ist das Ausgangswerkstück vor der erfindungsgemäßen Umformung zumindest weitgehend rotationssymmetrisch zu der Mittenachse.

Das Ziehen des Werkstücks erfolgt vorzugsweise in einem Ziehspalt zwischen dem Stempel und der Matrize. Die Matrize weist hierzu einen mittigen Aufnahme- oder Freiraum auf, in welchen der Stempel zum Umformen des Werkstücks durch Ziehen eingefahren wird. Die Umformung erfolgt durch koaxiales Einfahren des Stempels in den Aufnahmeraum der Matrize.

Erfindungsgemäß wird das Werkstück zumindest während einer gewissen Bearbeitungszeit gleichzeitig durch Ziehen mittels Stempel und Matrize und durch Beaufschlagung mittels der Umformrolle bearbeitet. Die Vorrichtung ist entsprechend dazu eingerichtet, eine gleichzeitige Bearbeitung des Werkstücks durch die Matrize und den Stempel sowie durch die Umformrolle zu gewährleisten.

Durch das Ziehen des Werkstücks wird ein aus der Ebene des Werkstücks beziehungsweise des radial äußeren Bereichs herausragender Abschnitt gebildet, welcher als axialer Formabschnitt bezeichnet wird. Der axiale Formabschnitt kann beispielsweise eine ringförmige, insbesondere zylinderförmige oder konische Wand aufweisen, die sich um die Mittenachse des Werkstücks erstreckt. Bei der Ausbildung des axialen Formabschnitts entsteht an dem radial äußeren Bereich ein als Flanschabschnitt bezeichneter radialer Außenbereich des Werkstücks.

Bei der Umformrolle kann es sich insbesondere um eine Drückrolle oder Drückwalze handeln. Durch Beaufschlagung des Werkstücks wird die Dicke des radial äußeren Bereichs verringert und das hierbei verdrängte Material radial nach innen gedrückt. Die Umformung erfolgt bei rotierendem Werkstück. Es kann auch eine Profilierrolle zum Anstauchen bzw. Verdicken des Materials eingesetzt werden, die vorzugsweise radial zugestellt wird.

Grundsätzlich kann es ausreichend sein, durch die Umformrolle lediglich eine axiale Andruckkraft zu erzeugen, so dass das Material radial nach innen ausweicht. Eine effektivere Materialverschiebung wird jedoch erzeugt, wenn die Umformrolle den Flanschabschnitt des Werkstücks durch eine radiale Bewegung umformt.

Ein wirksamer, nach innen gerichteter Materialfluss kann insbesondere dadurch erzielt werden, dass die Umformrolle in Richtung des radial inneren Bereichs des Werkstücks beziehungsweise in Richtung des axialen Formabschnitts zugestellt wird. Die Umformrolle wird hierbei zunächst axial an den äußeren Bereich des Werkstücks zugestellt und dann radial nach innen verfahren. Durch die Materialverschiebung nach innen wird die axiale Ausdehnung, also die Dicke, des radialen Außenbereiches in dem beaufschlagten Bereich reduziert.

Vorzugsweise wird der radial äußere Bereich des Werkstücks zur Beschränkung eines nach außen gerichteten Materialflusses umfangsseitig abgestützt. Die Abstützung erfolgt vorzugsweise über ein Widerlager, beispielsweise einen Ring, der ein Auswandern des Materials nach außen begrenzt. Vorzugsweise bildet das Widerlager einen Anschlag für den äußeren Bereich des Werkstücks. Das Material kann bei Beaufschlagung durch die Umformrolle somit weitgehend nur nach innen ausweichen, wodurch ein effektiver Materialfluss in Richtung des Ziehspalts zwischen Stempel und Matrize beziehungsweise der Übergangskante zwischen Flanschabschnitt und axialem Formabschnitt erfolgt.

Um eine Aufwölbung des radial äußeren Bereichs des Werkstücks möglichst zu unterbinden, wird der radial äußere Bereich des Werkstücks vorzugsweise mittels einer Niederhalterrolle niedergehalten. Die Niederhalterrolle liegt an dem äußeren Bereich des Werkstücks an und drückt axial gegen diesen, so dass ein Aufwölben in axialer Richtung verhindert wird. Im Gegensatz zur Umformrolle erfolgt durch die Niederhalterrolle vorzugsweise keine aktive Umformung des Werkstücks.

Ein besonders wirtschaftliches Verfahren lässt sich dadurch erzielen, dass der radial äußere Bereich des Werkstücks auf einer Drückoberfläche der Matrize umgeformt wird. Die Matrize dient also gleichsam als Umformwerkzeug für das Ziehen des Werkstücks und als Drückfutter für das Umformen mittels der Umformrolle. Das Werkstück kann somit gleichzeitig auf der Matrize durch Ziehen beziehungsweise Tiefziehen und durch Drücken beziehungsweise Drückwalzen umgeformt werden.

Durch das Ziehen des radial inneren Bereichs des Werkstücks kann beispielsweise eine napf- oder hülsenförmige Kontur geformt werden. Zur Formung einer hülsenförmigen Kontur kann beispielsweise zunächst eine Mittenöffnung in das Werkstück eingebracht oder ein Ausgangswerkstück mit einer Mittenöffnung verwendet werden. Die Mittenöffnung kann mittels des Stempels und der Matrize durch Ziehen aufgeweitet werden. Durch den Ziehvorgang kann die Öffnung bei der Umformung vergrößert werden, so dass Material durch das Ziehwerkzeug aus dem Zentrum auf einen größeren Durchmesser verdrängt wird.

In einer bevorzugten Ausgestaltung des Verfahrens wird der innere Bereich des Werkstücks beim Ziehen mittels eines Abstreckringes abgestreckt. Hierdurch lässt sich die Wandstärke des Axialabschnitts beim Ziehen effizient verringern und eine zusätzliche Verfestigung des Materials erzeugen. Die mindestens eine Umformrolle führt dem Ziehspalt das für das Abstrecken und/oder Umformen erforderliche Material zu.

Vorzugsweise wird beim Umformen des Werkstücks mittels der Umformrolle eine definierte Struktur in den radial äußeren Bereich des Werkstücks eingeformt. Die Drückoberfläche der Matrize weist hierzu vorzugsweise eine entsprechende, definierte Struktur auf, in welche das Material mittels der Umformrolle eingeformt wird. Unter einer definierten Struktur werden insbesondere Vorsprünge, Einkerbungen, Nuten, Rillen, oder Verzahnungen verstanden. Gleichzeitig mit dem Ziehen lässt sich somit besonders effektiv der äußere Bereich des Werkstücks gestalten. Durch das Verfahren lassen sich in den Flanschabschnitt des Werkstückes beispielsweise radial verlaufende, axiale Versteifungen anformen.

Die Zuverlässigkeit der Umformung des Werkstücks kann weiter dadurch erhöht werden, dass der Stempel pulsierend in die Matrize eingefahren wird. Vorzugsweise erfolgt dabei, insbesondere in sehr kurzer Zeitabfolge, nach jedem Zustellhub ein

kürzerer Rückhub zur Materialentlastung. Die Kombination einer kontinuierlichen Bewegung der Umformrolle mit einer pulsierenden Bewegung des Stempels beim Pressvorgang bewirkt eine besonders gute Formausprägung und Materialverfestigung, insbesondere an der Übergangskante zwischen Außenflansch und axialem Formabschnitt. Zudem reduziert es die Kraft beim axialen Formen von Verzahnungen mittels des Stempels.

Ein inkrementelles Ziehen oder Tiefziehen verringert zudem die Gefahr einer Rissbildung im Werkstück.

In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung des Verfahrens ist vorgesehen, dass das Werkstück zunächst im Stillstand, also ohne Rotation, mittels des Stempels vorgezogen und anschließend bei rotierendem Werkstück und unter Beaufschlagung durch die Umformrolle weiter gezogen wird. Das Vorziehen ohne Beaufschlagung durch die Umformrolle ermöglicht eine zuverlässige Zentrierung des Werkstücks und eine Reduzierung der Taktzeit beziehungsweise der Umformzeit.

In einer bevorzugten Ausgestaltung erfolgt die Umformung des Werkstücks zumindest weitgehend unter Beibehaltung des Durchmessers, also im Wesentlichen ohne Durchmesserreduzierung. Der radial äußere Bereich des Werkstücks kann hierzu an der Matrize entsprechend fixiert werden.

Vorzugsweise erfolgt eine interpolierende Zustellung der Umformrolle zum Stempel.

Zur Nachformung des Werkstücks werden nach dem Ziehen vorzugsweise weitere Umformschritte, insbesondere durch Drücken, Drückwalzen, Abstreckdrücken, Spalten und/oder Profilieren durchgeführt, während das Werkstück zwischen der Matrize und dem Stempel eingespannt ist. Beispielsweise lässt sich der Ziehbereich anschließend auf der Vorrichtung durch mindestens eine Umformrolle weitergehend verformen. Der Ziehbereich kann auch durch mindestens eine Drückwalze weitergehend verformt und die Wanddicke zumindest partiell reduziert werden. Dabei kann das verdrängte Material eine Außenverzahnung bilden.

Auf ein und derselben Maschine lässt sich somit vorzugsweise eine Vielzahl von Umformschritten durchführen, wobei die Halterung des Werkstücks zwischen der Matrize und dem Stempel beibehalten wird. Alternativ oder zusätzlich zur Einspannung

des Werkstücks zwischen Matrize und Stempel können jedoch gegebenenfalls auch andere Halteeinrichtungen vorgesehen sein.

Vorrichtungsmäßig ist es bevorzugt, dass die Matrize ein Drückfutter für die Umformrolle bildet und eine ringförmige Drückoberfläche aufweist. Die Drückoberfläche erstreckt sich hierbei quer zur Mittenachse des Werkstücks beziehungsweise quer zur Drehachse der Vorrichtung. Auf der Drückoberfläche kann der Außenbereich des Werkstücks durch die Umformrolle beaufschlagt beziehungsweise umgeformt werden.

Zum Einformen einer definierten Oberflächenstruktur in den radial äußeren Bereich des Werkstücks weist die Matrize vorzugsweise eine Drückoberfläche mit einer entsprechenden, definierten Struktur auf. Die strukturierte Drückoberfläche kann beispielsweise Vorsprünge, Einkerbungen, Nuten, Rillen, Verzahnungen oder dergleichen aufweisen.

Des Weiteren kann die Matrize und/oder der Stempel zum Formen einer definierten Kontur an dem radial inneren Bereich des Werkstücks eine entsprechende, definierte Kontur, insbesondere eine polygonale Kontur und/oder eine Profilierung, aufweisen. Beispielsweise kann der Aufnahmeraum der Matrize eine definierte Innenkontur aufweisen, die der zu formenden Außenkontur des Werkstücks im Bereich des axialen Formabschnitts entspricht. Zum Formen einer definierten Innenkontur des Werkstücks im Bereich des axialen Formabschnitts kann der Stempel eine entsprechende Außenkontur aufweisen. Die erfindungsgemäße Vorrichtung kann insbesondere dazu eingerichtet sein, neben rotationssymmetrischen Formen auch nicht-rotationssymmetrische Formen herzustellen. Beispielsweise lässt sich ein polygonaler oder geriffelter axialer Formabschnitt des Werkstücks herstellen.

Bei dem Ziehprozess kann in dem Ziehbereich eine innenliegende und/oder eine außenliegende Form, vorzugsweise eine Steckverzahnung, angeformt werden. Bei dem Verfahren kann außerdem eine Hirthverzahnung außerhalb und/oder innerhalb, vorzugsweise im Napf- bzw. Nabenbereich am Boden und/oder am Flanschbereich angeformt bzw. geprägt werden.

Für eine wirksame Erzeugung eines nach innen gerichteten Materialflusses durch die Umformrolle ist vorzugsweise ein, insbesondere einteiliger, Stützring vorgese-

hen, welcher zur Beschränkung eines Materialflusses nach außen eine Anschlagfläche für einen äußeren Umfang des Werkstücks bereitstellt und/oder zum Zentrieren des Werkstücks und/oder zur Drehmomentübertragung auf das Werkstück dient. Der Stützring kann auch geteilt ausgeführt werden, wobei die einzelnen Teile oder Segmente dann vorzugsweise in radialer Richtung verfahrbar sind.

Zum Abstrecken des inneren Bereichs des Werkstücks beim Ziehen umfasst die Matrize vorzugsweise einen Abstreckring. Der Abstreckring kann beim Ziehen des Axialabschnitts des Werkstücks eine Materialverdünnung bewirken.

Erfindungsgemäß ist es bevorzugt, dass sowohl die Matrize als auch der Stempel drehend antreibbar sind. Vorzugsweise ist eine Synchronisierungseinrichtung vorgesehen, welche die Drehgeschwindigkeiten der Matrize und des Stempels synchronisiert. Durch den drehenden Antrieb der Matrize und des Stempels lässt sich eine besonders präzise Umformung erzielen.

In der Vorrichtung oder bei dem Prozess wird vorzugsweise ein Trennmittel, insbesondere ein Schmiermittel, eingesetzt, welches den Ziehvorgang und die spätere Entnahme des Bauteils erleichtert. Als Trennmittel kann auch eine Emulsion eingesetzt werden, die eine höhere Wärmeabfuhr während des Prozesses ermöglicht.

Zur Vermeidung der Faltenbildung kann bei dem Ziehvorgang ein Ziehring zum Niederhalten des Materials eingesetzt werden. Zur Vermeidung der Faltenbildung kann auch eine zusätzliche Rolle als Gegenhalter eingesetzt werden.

Die Vorrichtung kann vorzugsweise mit einem Auswerfer und/oder einer automatischen Be- und Entladung versehen sein.

Die Zustellung des Stempels und/oder der Umformrolle kann vorzugsweise als weg- oder kraftgesteuerte Achse, insbesondere als interpolierende weg- oder kraftgesteuerte Achse, erfolgen.

Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren ist auch die Anformung eines zweiten, sich axial erstreckenden nabenförmigen Bereiches möglich, der sich auch entgegengesetzt zum Ziehbereich erstrecken kann. Die Anformung der weiteren Nabe kann beispielsweise durch Drückwalzen oder Abspalten und/oder mit einer gekammerten

Umformrolle erfolgen. Auch der Einsatz von Schiebehülsenwerkzeugen zur Anformung einer dritten Nabe in einer Aufspannung ist möglich.

Das Verfahren ermöglicht die Anformung von Naben, die nahezu die Wanddicke des Ausgangsmaterial haben.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von bevorzugten Ausführungsformen, welche in den beigefügten Zeichnungen dargestellt sind, weiter beschrieben. In den Zeichnungen zeigt:

- | | |
|---------|--|
| Fig. 1 | eine erste Ausführungsform einer Umformvorrichtung und eines Umformverfahrens; |
| Fig. 2 | eine weitere Ausführungsform einer Umformvorrichtung und eines Umformverfahrens; |
| Fig. 3 | eine weitere Ausführungsform einer Umformvorrichtung und eines Umformverfahrens; |
| Fig. 4 | eine weitere Ausführungsform einer Umformvorrichtung und eines Umformverfahrens; |
| Fig. 5 | eine weitere Ausführungsform einer Umformvorrichtung und eines Umformverfahrens; |
| Fig. 6 | eine weitere Ausführungsform einer Umformvorrichtung und eines Umformverfahrens; |
| Fig. 7 | eine weitere Ausführungsform einer Umformvorrichtung und eines Umformverfahrens; |
| Fig. 8 | eine weitere Ausführungsform einer Umformvorrichtung und eines Umformverfahrens; |
| Fig. 9 | eine weitere Ausführungsform einer Umformvorrichtung und eines Umformverfahrens; |
| Fig. 10 | eine weitere Ausführungsform einer Umformvorrichtung und eines Umformverfahrens; |

- Fig. 11 eine weitere Ausführungsform einer Umformvorrichtung und eines Umformverfahrens;
- Fig. 12 eine weitere Ausführungsform einer Umformvorrichtung und eines Umformverfahrens;
- Fig. 13 eine weitere Ausführungsform einer Umformvorrichtung und eines Umformverfahrens;
- Fig. 14 eine weitere Ausführungsform einer Umformvorrichtung und eines Umformverfahrens;
- Fig. 15 eine weitere Ausführungsform einer Umformvorrichtung und eines Umformverfahrens;
- Fig. 16 eine weitere Ausführungsform einer Umformvorrichtung und eines Umformverfahrens;
- Fig. 17 eine weitere Ausführungsform einer Umformvorrichtung und eines Umformverfahrens;
- Fig. 18 eine weitere Ausführungsform einer Umformvorrichtung und eines Umformverfahrens;
- Fig. 19 eine weitere Ausführungsform einer Umformvorrichtung und eines Umformverfahrens;
- Fig. 20 eine weitere Ausführungsform einer Umformvorrichtung und eines Umformverfahrens;
- Fig. 21 eine weitere Ausführungsform einer Umformvorrichtung und eines Umformverfahrens;
- Fig. 22 Umformschritte zur Herstellung eines komplexen Bauteils;
- Fig. 23 eine weitere Ausführungsform einer Umformvorrichtung und eines Umformverfahrens;
- Fig. 24 eine weitere Ausführungsform einer Umformvorrichtung und eines Umformverfahrens;

- Fig. 25 eine weitere Ausführungsform einer Umformvorrichtung und eines Umformverfahrens;
- Fig. 26 einen Umformschritt zur Anstauchung einer Nabe und
- Fig. 27 unterschiedliche Bauteile und Zwischenformen, die durch das Umformverfahren und die Umformvorrichtung gemäß der Erfindung herstellbar sind.

In sämtlichen Figuren sind gleiche oder äquivalente Komponenten mit denselben Bezugszeichen gekennzeichnet. Die anhand der Figuren erläuterten Aspekte der Erfindung können grundsätzlich frei miteinander kombiniert werden und sind nicht als sich gegenseitig ausschließende Alternativen zu verstehen.

Die Figuren 1 und 2 zeigen grundsätzliche Aspekte des erfindungsgemäßen Verfahrens und der erfindungsgemäßen Vorrichtung 10 am Beispiel der spanlosen Anformung eines Napfes beziehungsweise einer Nabe an ein vorzugsweise weitgehend rotationssymmetrisches Werkstück 100, beispielsweise eine Ronde oder Vorform.

Die Vorrichtung 10 zum Umformen des Werkstücks 100 weist eine Matrize 20 mit einer etwa mittigen Aufnahmeöffnung 22 auf, in welche ein Stempel 30 in eine axiale Richtung linear einführbar ist. Die Matrize 20 und der Stempel 30 sind so aufeinander abgestimmt, dass zwischen diesen ein Ziehspalt ausgebildet wird, in welchen ein innerer Bereich 102 des Werkstücks 100 beim Einfahren des Stempels 30 in die Matrize 20 hineingezogen wird.

Matrize 20 und Stempel 30 sind drehbar um eine Drehachse 12 an einem nicht dargestellten Maschinenbett gelagert und drehend antreibbar. Das Werkstück 100 ist an der Matrize 20 positionierbar und kann über diese ebenfalls in Drehung versetzt werden. Das Werkstück 100 ist gegebenenfalls an der Matrize 20 zentrierbar und wird durch die Matrize 20 und den Stempel 30 während der Umformung in Position gehalten. Für eine besonders effektive Umformung kann der Stempel 30 zusätzlich zur Matrize 20 drehzahl- beziehungsweise drehwinkelsynchron angetrieben werden.

Des Weiteren umfasst die Vorrichtung 10 eine oder mehrere Umformrollen 40, welche eingerichtet sind, an einen äußeren, sich im Wesentlichen radial erstreckenden

Bereich 104 des Werkstücks 100 axial und/oder radial zugestellt zu werden, während der innere Bereich 102 des Werkstücks 100 mittels des Stempels 30 und der Matrize 20 umgeformt wird. Die zumindest eine Umformrolle 40 ist um eine Drehachse 42, welche vorzugsweise quer oder schräg zu der Drehachse 12 verläuft, drehbar gelagert. Die Matrize 20 weist eine Drückoberfläche 24 auf, die sich im Wesentlichen quer zur Drehachse 12 erstreckt, und ist auf einer Welle 14 gelagert.

Zum Umformen des Werkstücks 100 wird dieses an der Matrize 20 angeordnet. Der Stempel 30 wird axial entlang der Drehachse 12 beziehungsweise koaxial zur Drehachse 12 in Richtung der Matrize 20 verfahren, so dass das Werkstück 100 zwischen der Matrize 20 und dem Stempel 30 eingeklemmt wird. Matrize 20 und Stempel 30 werden um die Drehachse 12, welche zugleich eine Mittenachse 112 des Werkstücks darstellt, in Drehung versetzt. Das Werkstück 100 wird über die Matrize 20 ebenfalls in Drehung versetzt.

Durch weiteres axiales Zustellen des Stempels 30 wird dieser in den Freiraum beziehungsweise die Aufnahmeöffnung 22 der Matrize 20 eingefahren und zieht das Werkstück 100 in einen zwischen Matrize 20 und Stempel 30 gebildeten Ziehspalt, so dass ein axialer Formabschnitt 106 und ein radialer Flanschabschnitt 108 gebildet werden. Stempel 30 und Matrize 20 sind zentrisch oder koaxial zueinander angeordnet und geführt. Durch den Ziehstempel 30 wirkt eine Druck- und/oder Zugspannung auf das Werkstück 100 ein.

Gleichzeitig mit dem Ziehen des Werkstücks 100 wird eine Umformrolle 40 an den radial äußeren Bereich 104 des Werkstücks 100 zugestellt und bewirkt aktiv einen Materialfluss aus dem radial äußeren Bereich 104 in Richtung des radial inneren Bereichs 102. Durch die Umformrolle 40 wird im umgeformten Bereich Material in radialer und/oder axialer Richtung verschoben und eine axiale Dicke des Bereichs 104 reduziert. Die Umformrolle 40 schiebt insbesondere Material radial nach innen und führt dieses dem Ziehspalt zu. Hierzu wird die Umformrolle 40 vorzugsweise radial nach innen zu verfahren, wie den Figuren 1.b und 1.c beziehungsweise 2.b und 2.c zu entnehmen ist.

Durch die Umformrolle 40, insbesondere Drückrolle oder Drückwalze, wird eine Druckspannung und/oder Zugspannung auf das umzuformende Werkstück 100 ausgeübt, die den Materialfluss beim Umformprozess des Stempels 30 unterstützt.

Die Umformung des Werkstücks 100 erfolgt also durch eine Kombination eines Tiefziehverfahrens und eines axialen und/oder radialen Drückwalzverfahrens.

Fig. 1 zeigt ein erfindungsgemäßes Verfahren und Komponenten der erfindungsgemäßen Vorrichtung am Beispiel der Umformung eines rondenförmigen Werkstücks 100 zu einem Bauteil mit einem axialen Formabschnitt 106 in Form eines napfförmigen inneren Bereichs. Der Stempel 30 weist eine vorzugsweise im Wesentlichen zylindrische Form mit einer zylindrischen Außenfläche 32 auf.

Fig. 2 zeigt eine Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens anhand der Umformung eines im Wesentlichen rondenförmigen Werkstücks 100 mit einer zentralen Mittenöffnung 110 zu einem Bauteil mit einem axialen Formabschnitt 106 in Form eines hülsenförmigen inneren Bereichs. Der Stempel 30 weist in diesem Fall einen etwa konusförmigen Abschnitt 34 zum Aufweiten des Werkstücks 100 und einen Einführabschnitt 35 zum Einführen und Zentrieren des Werkstücks 100 auf. Der Einführabschnitt 35 wird zunächst in die zentrale Mittenöffnung 110 des Werkstücks 100 eingeführt. Sodann wird der Stempel 30 in die Aufnahmeöffnung 22 eingefahren und das Werkstück 100 in den Ziehspalt zwischen Matrize 20 und Stempel 30 gezogen, wobei die Mittenöffnung 110 aufgeweitet wird. Analog zu der Ausführungsform gemäß Fig. 1 wird während des Ziehens des Werkstücks 100 der radial äußere Bereich 104 durch eine Umformrolle 40 beaufschlagt und so ein gezielter Materialfluss in Richtung des Ziehspalts erzeugt.

Fig. 3 zeigt eine Ausgestaltung des Verfahrens, bei welcher das Werkstück 100 vor der Ziehumformung des radial inneren Bereichs 102 durch die Umformrolle 40 vorgeformt und das Werkstück 100 an der Matrize 20 zentriert wird. Die Zentrierung erfolgt durch Eindrücken des Werkstücks 100 in eine Kontur der Matrize 20. In dem dargestellten Beispiel wird der Außenbereich des Werkstücks 100 in eine ringförmige Nut in der Matrize 20 eingedrückt.

Durch die Vorformung des radial äußeren Bereichs 104 des Werkstücks 100 wird das Werkstück 100 in radialer Richtung an der Matrize 20 fixiert. Bei dem nachfolgenden Umformschritt durch Ziehen mittels Matrize 20 und Stempel 30 bleibt folglich durch das in Umfangsrichtung verlaufende Profil des Bereichs 104 die radiale Ausdehnung des Werkstücks 100 unverändert. Hierdurch entstehen bei dem Ziehen des Werkstücks 100 besonders große Ziehkräfte, die ohne eine Beaufschlagung des ra-

dial äußeren Bereichs 104 während der Ziehumformung ein Verlieren der Zentrierung und/oder eine erhebliche Bruchgefahr des Werkstücks 100 bedeuten würden.

Fig. 4 zeigt eine weitere Möglichkeit, das Werkstück an der Matrize 20 zu fixieren. Bei der in Fig. 4 dargestellten Variante umfasst die Matrize 20 einen äußeren Umfangsbereich 26, welcher gegenüber einem inneren Oberflächenabschnitt, an welchem das Werkstück 100 anliegt, angewinkelt ist. Mittels der Umformrolle 40 wird das Werkstück 100 unter Ausbildung eines etwa ringförmig verlaufenden Knickes an den äußeren Umfangsbereich 26 der Matrize 20 angelegt. Anschließend kann das Werkstück 100 mittels eines Niederhalterings 28 fixiert werden, wobei das Werkstück 100 zwischen der Matrize 20 und dem Niederhalterring 28 eingeklemmt ist. Nachfolgend wird der radial innere Bereich 102 des Werkstücks 100, wie vorstehend beschrieben, durch Ziehen umgeformt, wobei gleichzeitig der radial äußere Bereich 104 durch die Umformrolle 40 beaufschlagt beziehungsweise umgeformt wird.

In der unteren Darstellung in Fig. 4 ist zusätzlich zu der Umformrolle 40 eine Niederhalterrolle 66 dargestellt, die das Werkstück 100 in axialer Richtung niederhält und ein Aufbäumen des Werkstücks 100 beziehungsweise Materials verhindert.

Fig. 5 entspricht im Wesentlichen der Darstellung der Figuren 1.b beziehungsweise 2.b, wobei der Stempel 30 zusätzlich durch eine Stützrolle 54 abgestützt ist. Die Stützrolle 54 ist im Wesentlichen parallel zum Stempel 30 drehbar gelagert und liegt an einer Umfangsfläche des Stempels 30 an. Es können auch mehrere Stützrollen 54 in Umfangsrichtung um den Stempel 30 verteilt angeordnet sein.

Die Figuren 6 bis 8 zeigen Möglichkeiten, einen Materialfluss nach außen beim Umformen des äußeren Bereichs 104 zu begrenzen oder zu verhindern und/oder zu unterstützen.

In Fig. 6 ist radial außerhalb der Umformrolle 40 eine Anpressrolle 68 angeordnet, die das Werkstück 100 radial nach innen drückt. Hierdurch wird ein Materialfluss nach außen verhindert und durch Einwirkung der Umformrolle 40 ein im Wesentlichen ausschließlich radial nach innen gerichteter Materialfluss erzeugt. Dabei kann der radiale Materialfluss durch die radiale Verschiebung der Rolle 68 unterstützt werden. Ein axiales Aufstauchen des Materials im äußeren Bereich 104 wird durch den paarweisen Einsatz der Rollen 66 und 67 verhindert beziehungsweise minimiert.

Fig. 7 zeigt zur Verhinderung eines Materialflusses nach außen einen Stützring 60, der um das Werkstück 100 angeordnet ist. Ein äußerer Umfangsbereich des Werkstücks 100 liegt an dem Stützring 60 an.

Fig. 8 zeigt eine weitere Ausgestaltung einer Anpressrolle 68, die im Unterschied zu der in Fig. 6 dargestellten Gestaltung eine Kammerung aufweist, die das Werkstück 100 in axialer Richtung fixiert und/oder zur gezielten Verdickung des äußeren radialen Bereiches 104 eingesetzt werden kann.

Figuren 6 und 8 zeigen weiterhin eine Niederhalterrolle 66 oberhalb des Werkstücks 100 und eine Gegenrolle 67 auf einer der Niederhalterrolle 66 gegenüberliegenden Seite des Werkstücks 100, neben der Matrize 20. Außerdem können die Rollen 66 und 67 den axialen Materialfluss im Bereich 104 begrenzen.

Eine Ausführungsform eines Stützrings 60 ist in Fig. 9 dargestellt. Der Stützring 60 umfasst mehrere Ringsegmente 62, die jeweils radial verschiebbar angeordnet sind. Durch radiales nach innen Bewegen der Ringsegmente 62 lässt sich das Werkstück 100 einspannen beziehungsweise abstützen, wie in den jeweils unteren Darstellungen der Fig. 9 gezeigt ist.

Fig. 10 veranschaulicht eine Möglichkeit, in den radial äußeren Bereich 104 des Werkstücks 100 eine definierte Struktur einzubringen. Die Matrize 20 umfasst hierzu an ihrer Drückoberfläche 24 eine entsprechend definierte Struktur 25 mit mehreren Strukturelementen, beispielsweise zur Ausformung von Versteifungsrippen, Verstärkungspunkten oder einer Verzahnung an dem radial äußeren Bereich 104 des Werkstücks 100. Die Strukturelemente können grundsätzlich beliebig angeordnet sein, wobei auch eine nicht-rotationssymmetrische Anordnung möglich ist.

Die Figuren 11 bis 13 zeigen Möglichkeiten der Formung einer Kontur oder Profilierung an dem radial inneren Bereich 102 des Werkstücks 100. In Fig. 11 weist die Matrize 20 an ihrer Aufnahmeöffnung 22 eine definierte Kontur 23 in Form einer Profilierung auf, in welche das Material beim Ziehen eingedrückt wird, so dass ein profilierter oder geriffelter Axialabschnitt des Werkstücks 100 formbar ist. In entsprechender Weise weist der Stempel 30 in Fig. 12 eine strukturierte Außenkontur 33 auf, durch welche ein strukturierter Bereich in den Axialabschnitt des Werkstücks 100 eingebracht werden kann. In den Axialabschnitt des Werkstücks 100 können auch

beispielsweise polygonale Konturen 118 eingeformt werden, wie in Fig. 13 dargestellt. Durch das aktive Nachschieben von Material mittels der Umformrolle 40 kann die Ausformung solcher Konturen besonders präzise erfolgen und ein Abreißen des Werkstücks 100 wird zuverlässig verhindert.

Fig. 14 zeigt eine Ausgestaltung des Verfahrens, bei welcher das Material beim Ziehen abgestreckt wird. Hierdurch lässt sich die Materialstärke in dem Ziehbereich beziehungsweise dem axialen Formabschnitt 106 des Werkstücks 100 auf eine gewünschte Dicke reduzieren. In die Matrize 20 ist ein Abstreckring 56 eingebracht, der die Aufnahmeöffnung 22 ringförmig umgibt und einen Abstreckabschnitt aufweist, dessen Durchmesser geringer ist als der Durchmesser der Aufnahmeöffnung 22. Auf der linken Seite der Fig. 14 ist ein Verfahrensstadium zu Beginn der Umformung und auf der rechten Seite ein Verfahrensstadium mit abgeschlossenem Ziehvorgang dargestellt.

Fig. 15 zeigt eine Ausführungsform, bei welcher die Welle 14 beziehungsweise der Abschieber als Gegenstempel ausgebildet ist. Durch Ziehen oder Pressen des Werkstücks 100 zwischen dem Stempel 30 und dem Abschieber beziehungsweise Gegenstempel lässt sich ein Bodenabschnitt 114 in dem Ziehbereich des Werkstücks 100 konturiert formen. Stempel 30 und Gegenstempel umfassen hierzu jeweils eine axiale Stirnfläche, die der Kontur des fertig geformten Werkstücks 100 entspricht.

Die Figuren 16 bis 27 zeigen weitere Umformschritte, die insbesondere nach erfolgtem Ziehvorgang durchgeführt werden können. Hierbei zeigt Fig. 16 eine Ausführungsform, bei welcher das Werkstück 100 nach dem Ziehvorgang zwischen Matrize 20 und Stempel 30 an der Matrize 20 verbleibt und der Stempel 30 rückgezogen wird. Mittels einer Nachformrolle 70, welche im vorliegenden Fall als Innenrolle ausgeführt ist, kann der axiale Formabschnitt 106 des Werkstücks 100 nachgeformt, insbesondere abgestreckt werden. Hierbei wird der Innendurchmesser des Formabschnitts 106 verringert. Gleichzeitig kann, wie dargestellt, der radial äußere Abschnitt 104 des Werkstücks 100 mittels der Umformrolle 40 beaufschlagt werden, um weiteres Material in den axialen Formabschnitt 106 zu drücken.

Fig. 17 zeigt eine Möglichkeit, auf der dem axialen Formabschnitt 106 des Werkstücks 100 axial gegenüberliegenden Seite einen zweiten axialen Formabschnitt 106 anzuformen. Hierzu wird bei zwischen Matrize 20 und Stempel 30 eingespanntem

Werkstück 100 und nach dem Ziehvorgang mittels vorzugsweise einer Umformrolle 40a, 40b weiteres Material aus dem radial äußeren Bereich 104 nach innen verschieben und an den Stempel 30 angeformt. Wie in Fig. 17 dargestellt, kann hierbei der Stempel und/oder die Umformrolle 40a, 40b eine Kammerung 38 aufweisen. Bei den Umformrollen 40a, 40b kann es sich grundsätzlich auch um dieselbe Umformrolle 40 handeln, die während des Ziehvorgangs verwendet wird.

In den Figuren 18 und 19 ist die Verwendung einer Schiebehülse 74 dargestellt, um die Flexibilität des Verfahrens weiter zu erhöhen und komplexe Bauteile herstellen zu können. Die Schiebehülse 74 ist ringförmig um den Stempel 30 angeordnet und gegenüber dem Stempel 30 axial verschiebbar. Beim Ziehvorgang kann die Schiebehülse 74 rückgezogen werden, um zu ermöglichen, dass die Umformrolle 40 bis an den Stempel 30 herangefahren werden kann, um Material wirksam radial nach innen in Richtung des Ziehspalts zu verschieben. Nach erfolgtem Ziehvorgang kann die Schiebehülse 74 axial bis an das Werkstück 100 herangefahren werden, um einen Drückdorn für einen zweiten Axialabschnitt zu bilden, wie in Fig. 19 gezeigt. Die radiale Ausdehnung der Schiebehülse 74 ist hierbei grundsätzlich frei wählbar, so dass unterschiedlichste Formen des Werkstücks 100 hergestellt werden können.

Grundsätzlich ist es auch möglich, mehrere Schiebehülsen anzuordnen und nacheinander zum Einsatz zu bringen, um komplexe Bauteile, wie beispielsweise in Fig. 22 dargestellt, herzustellen. Beispielsweise ist es möglich, zunächst eine innere Schiebehülse und anschließend eine äußere Schiebehülse zur Anformung von weiteren axialen Formabschnitten 106 zu verwenden. Eine weiter erhöhte Flexibilität hinsichtlich der zu formenden Bauteile kann dadurch erzielt werden, dass die Matrize 20 mehrteilig gestaltet ist beziehungsweise vorzugsweise mindestens ein Teil verschiebbar ist, wie in den Figuren 20 und 21 dargestellt, so dass eine weitere Umformung am äußeren radialen Bereich 104 möglich ist.

In den Figuren 23 und 24 sind weitere Nachformschritte dargestellt, um einen Außenbereich des Werkstücks 100 zu formen. Hierbei dienen die Matrize 20 und eine Schiebehülse 74 als Drückdorne, gegen deren Außenumfänge Material gedrückt wird.

Fig. 25 zeigt ein komplexes Bauteil, welches durch das erfindungsgemäße Verfahren herstellbar ist. Zur Formung mehrerer Nabenabschnitte werden unterschiedliche Schiebehülsen 74 verwendet.

Fig. 26 zeigt die Anstauchung einer Nabe eines Werkstücks 100 als eine Folgebearbeitung der Herstellung der Nabe durch Ziehen und gleichzeitige Umformung des Flanschabschnitts 108.

Fig. 27 zeigt weitere Beispiele von Bauteilen, die durch Umformung eines Werkstücks 100 mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens und der erfindungsgemäßen Vorrichtung hergestellt werden können.

Insgesamt werden durch das erfindungsgemäße Verfahren und die erfindungsgemäße Vorrichtung eine besonders flexible und zuverlässige Umformung eines insbesondere rundenförmigen Werkstücks 100 ermöglicht. Es lassen sich auf wirtschaftliche Weise komplexe Bauteile spanlos herstellen.

L 1521

PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zum Umformen eines Werkstücks (100) mit einer Mittenachse (112), einem radial inneren Bereich (102) und einem radial äußeren Bereich (104), bei welchem der radial innere Bereich (102) des Werkstücks (100) mittels eines Stempels (30) und einer Matrize (20) durch Ziehen in Achsrichtung umgeformt wird, wobei ein axialer Formabschnitt (106) gebildet wird, dadurch gekennzeichnet,
 - dass das Werkstück (100) während der Umformung durch Ziehen um die Mittenachse (112) in Drehung versetzt wird und
 - dass während der Umformung durch Ziehen bei drehendem Werkstück (100) der radial äußere Bereich (104) des Werkstücks (100) mittels mindestens einer Umformrolle (40) beaufschlagt wird, wobei ein Materialfluss in Richtung des radial inneren Bereichs (102) des Werkstücks (100) erzeugt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
 - dass die Umformrolle (40) in Richtung des radial inneren Bereichs (102) des Werkstücks (100) zugestellt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet,
 - dass der radial äußere Bereich (104) des Werkstücks (100) zur Beschränkung eines nach außen gerichteten Materialflusses umfangsseitig abgestützt wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass der radial äußere Bereich (104) des Werkstücks (100) mittels mindestens einer Niederhalterrolle (66) niedergehalten wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass der radial äußere Bereich (104) des Werkstücks (100) auf einer Drückoberfläche (24) der Matrize (20) umgeformt wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass der radial innere Bereich (102) des Werkstücks (100) beim Ziehen mittels eines Abstreckringes (56) abgestreckt wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass beim Umformen des Werkstücks (100) mittels der Umformrolle (40) eine definierte Struktur in den radial äußeren Bereich (104) des Werkstücks (100) eingeformt wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Stempel (30) pulsierend in die Matrize (20) eingefahren wird.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass eine interpolierende Zustellung der Umformrolle (40) zum Stempel (30) erfolgt.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9,
dadurch gekennzeichnet,
dass nach dem Ziehen weitere Umformschritte, insbesondere durch Drücken, Drückwalzen, Abstreckdrücken, Spalten und/oder Profilieren, durchgeführt werden, während das Werkstück (100) zwischen der Matrize (20) und dem Stempel (30) eingespannt ist.

11. Vorrichtung zum Umformen eines Werkstücks (100), insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 10, mit einer Matrize (20) und einem Stempel (30) zum Umformen eines radial inneren Bereichs (102) des Werkstücks (100) durch Ziehen, dadurch gekennzeichnet,
 - dass die Matrize (20) und der Stempel (30) drehbar gelagert sind und
 - dass mindestens eine Umformrolle (40) angeordnet ist, durch welche während der Umformung des Werkstücks (100) durch Ziehen ein radial äußerer Bereich (104) des Werkstücks (100) beaufschlagbar ist, wobei ein Materialfluss in Richtung des radial inneren Bereichs (102) des Werkstücks (100) erzeugbar ist.
12. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Matrize (20) ein Drückfutter für die Umformrolle (40) bildet und eine ringförmige Drückoberfläche (24) aufweist.
13. Vorrichtung nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Matrize (20) zum Einformen einer definierten Oberflächenstruktur in den radial äußeren Bereich (104) des Werkstücks (100) eine Drückoberfläche (24) mit einer entsprechenden, definierten Struktur (25) aufweist.
14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Matrize (20) und/oder der Stempel (30) zum Formen einer definierten Kontur an dem radial inneren Bereich (102) des Werkstücks (100) eine entsprechende, definierte Kontur (23, 33), insbesondere eine polygonale Kontur und/oder eine Profilierung, aufweist.
15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass ein einteiliger oder mehrteiliger Stützring (60) vorgesehen ist, welcher zur Beschränkung eines Materialflusses nach außen eine Anschlagfläche für einen äußeren Umfang des Werkstücks (100) bereitstellt, und/oder zum Zentrie-

ren des Werkstücks und/oder zur Drehmomentübertragung auf das Werkstück dient.

16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Matrize (20) einen Abstreckring (56) zum Abstrecken des radial inneren Bereichs (102) des Werkstücks (100) beim Ziehen umfasst.
17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass sowohl die Matrize (20) als auch der Stempel (30) drehend antreibbar sind.

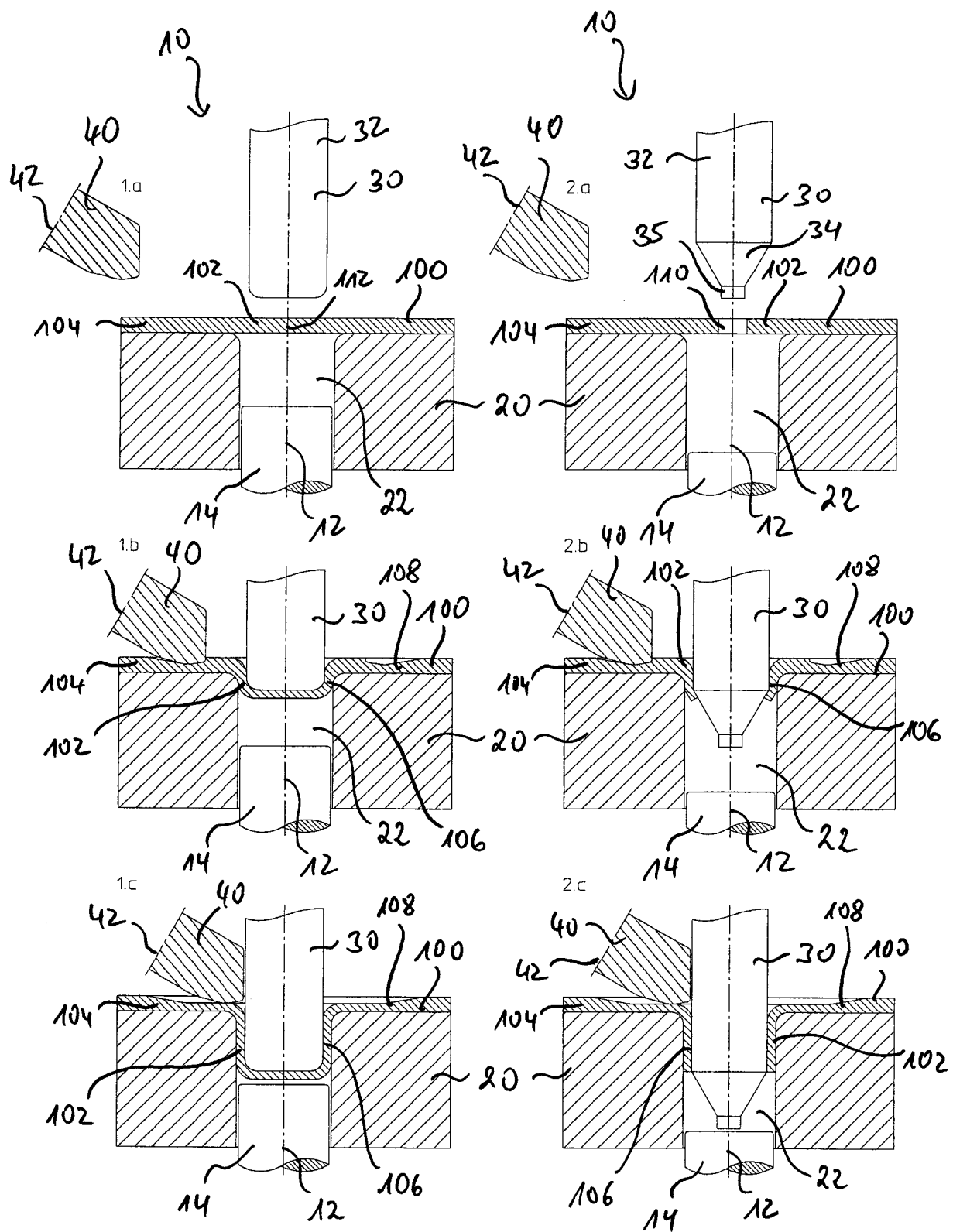


Fig. 1

Fig. 2

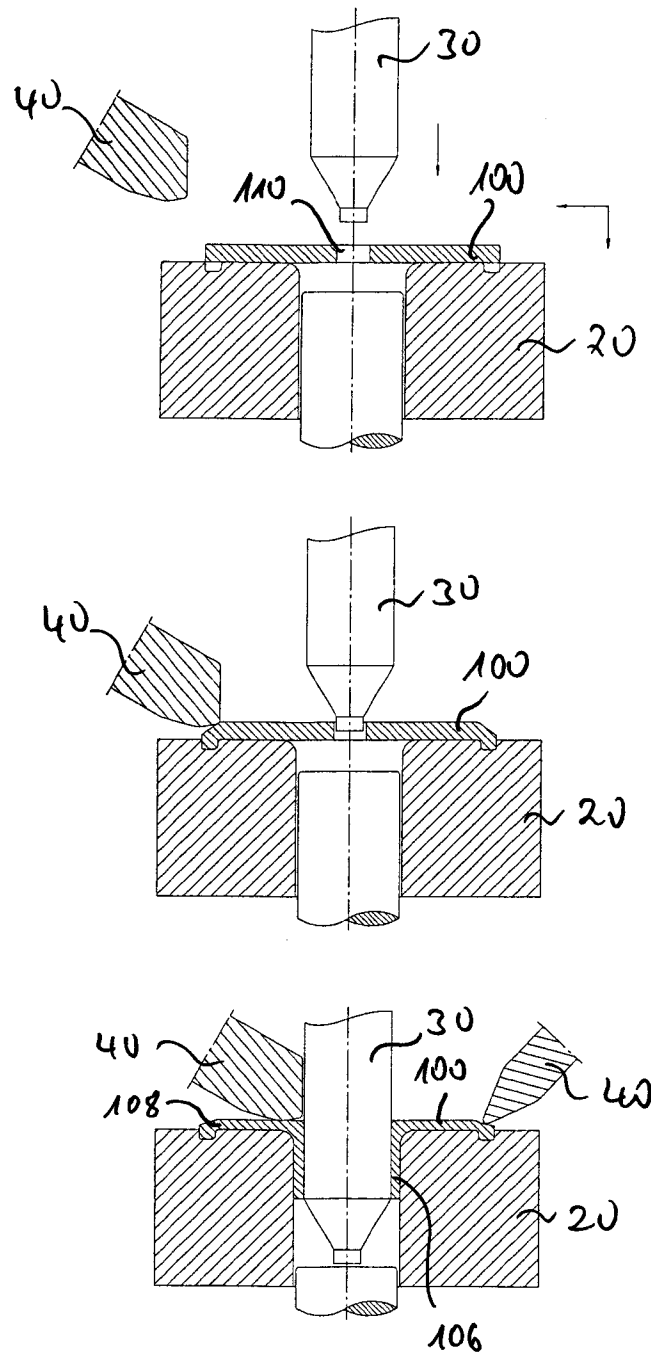


Fig. 3

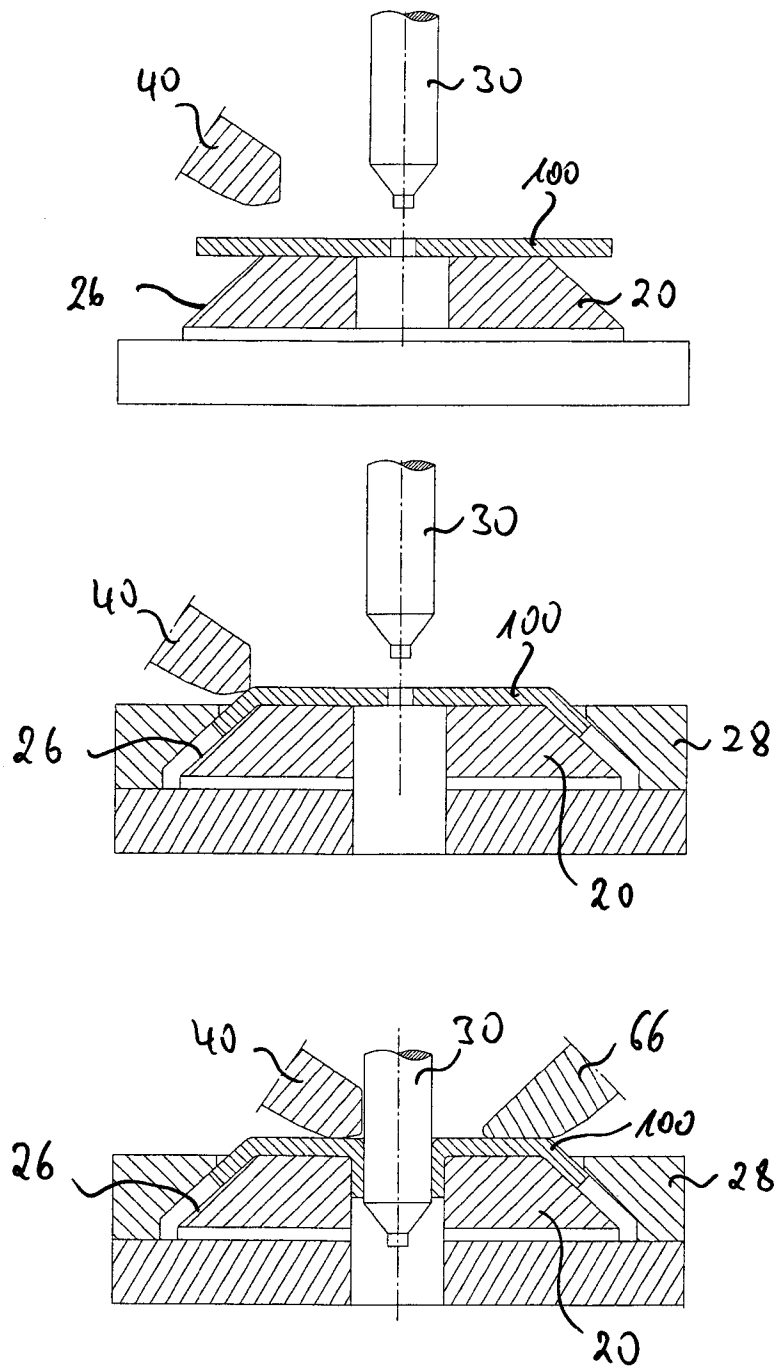


Fig. 4

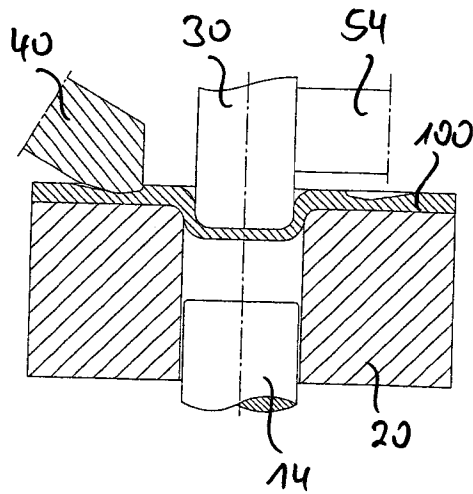


Fig. 5

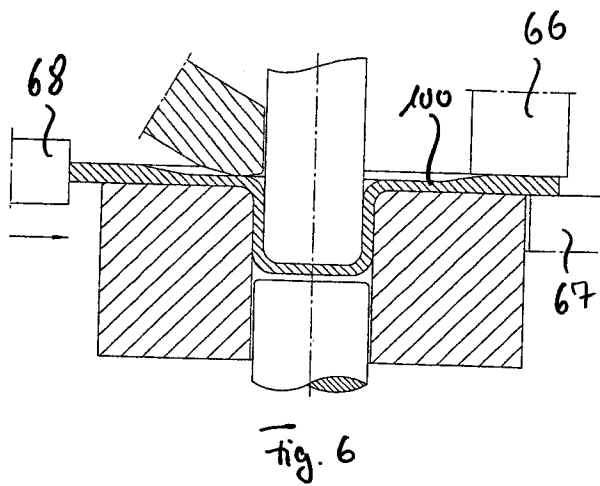
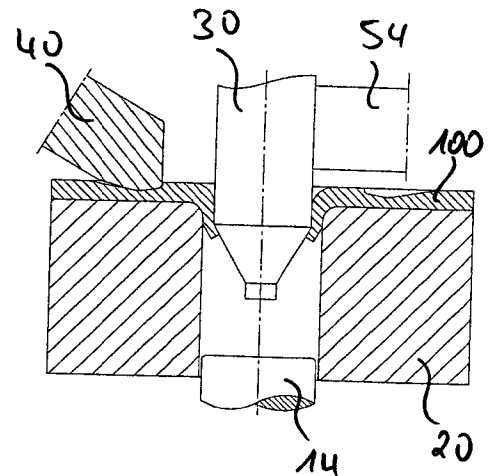


Fig. 6

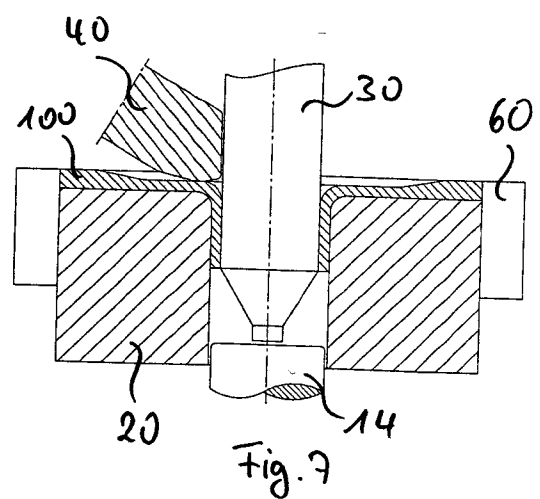


Fig. 7

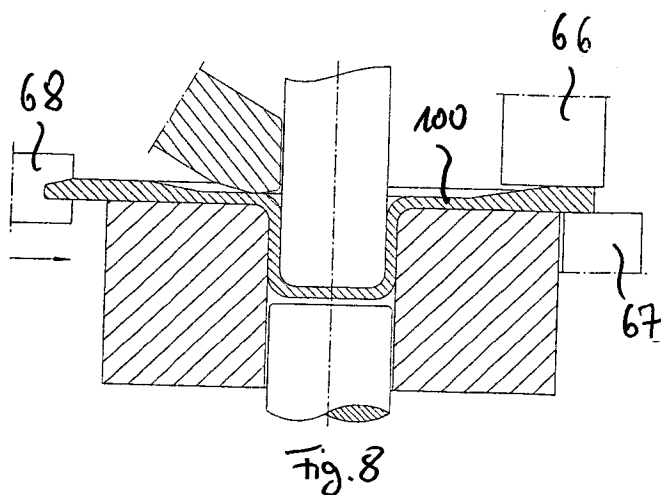


Fig. 8

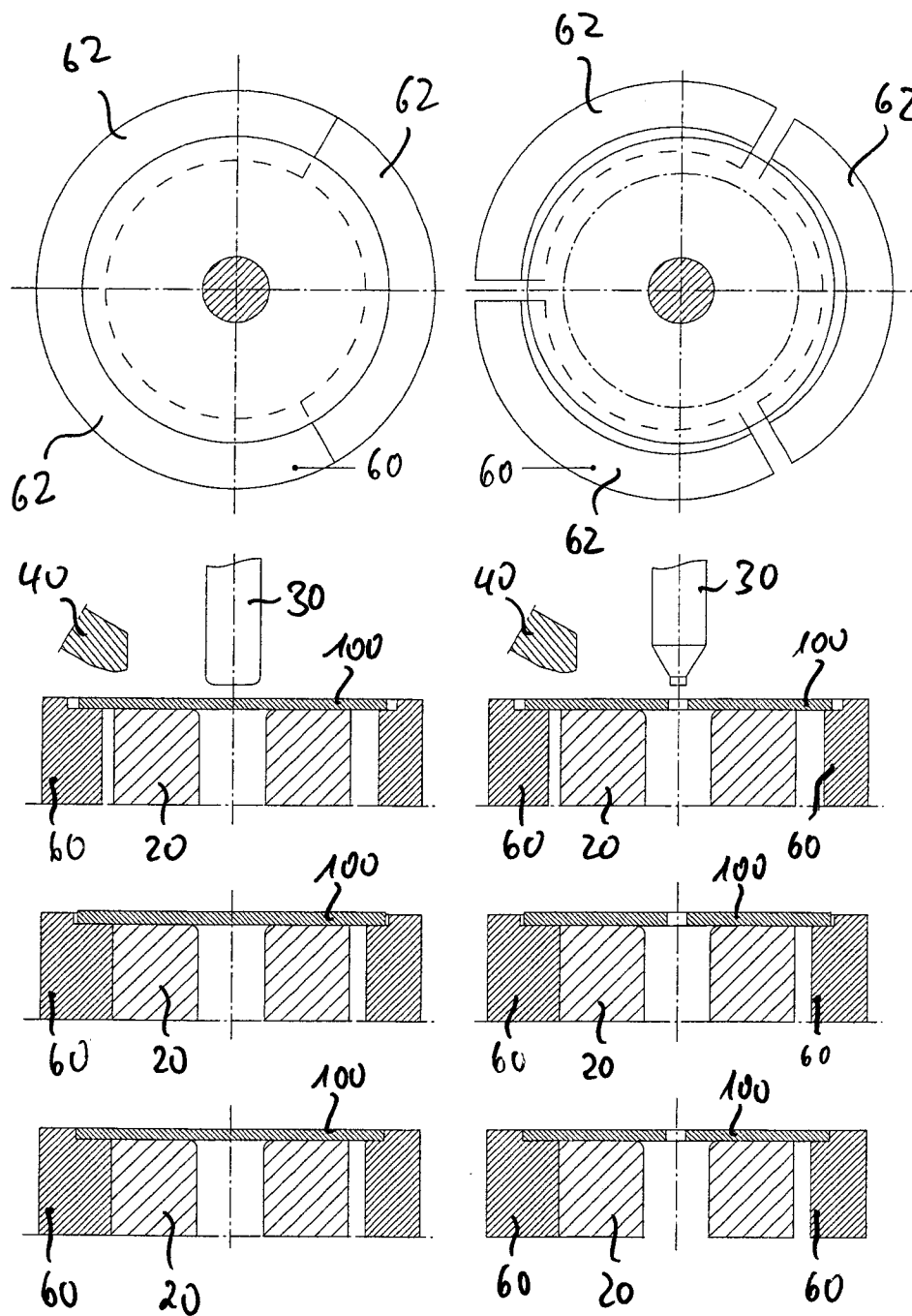


Fig. 9

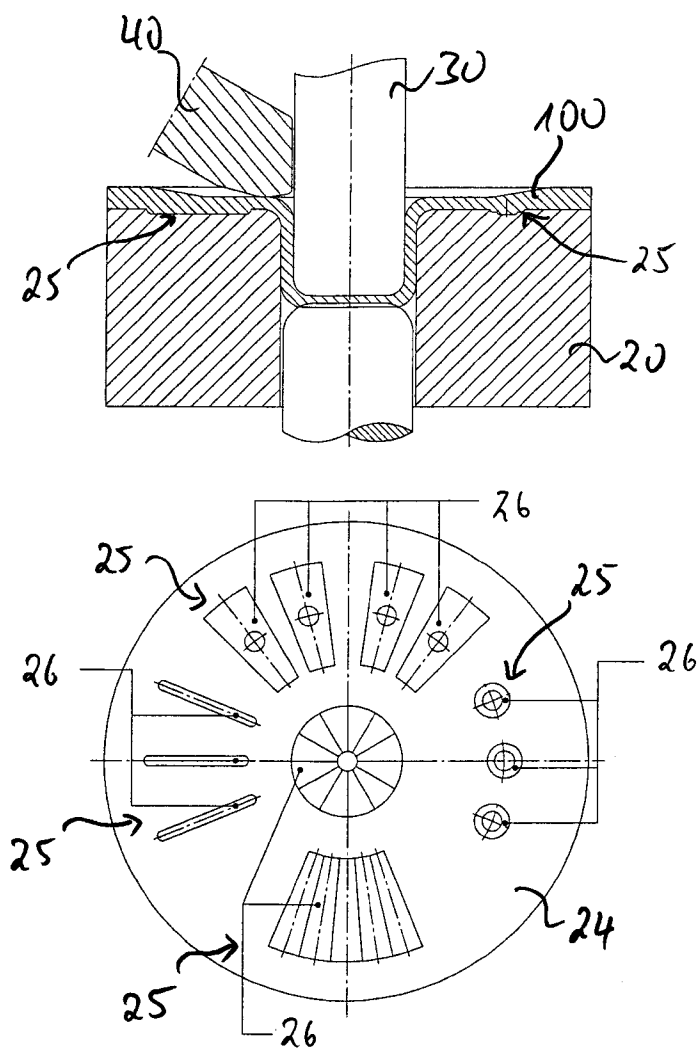
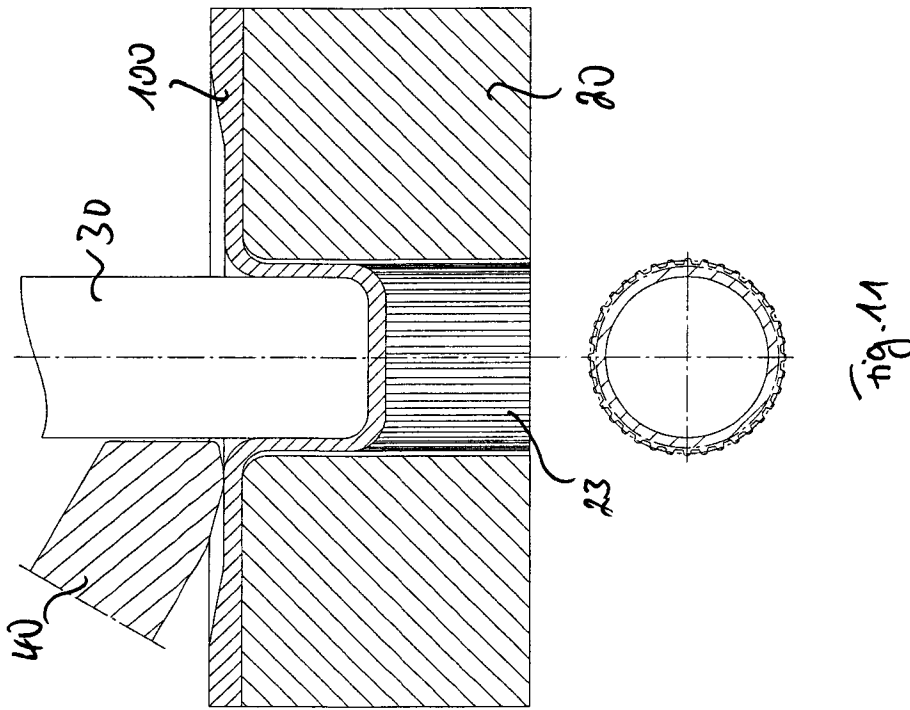
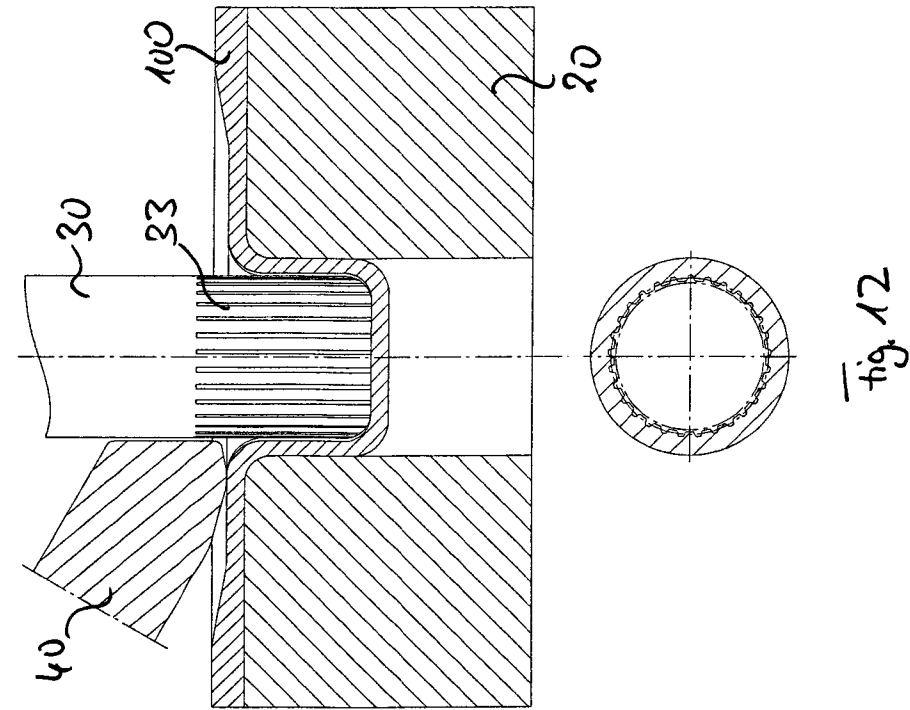


fig. 10



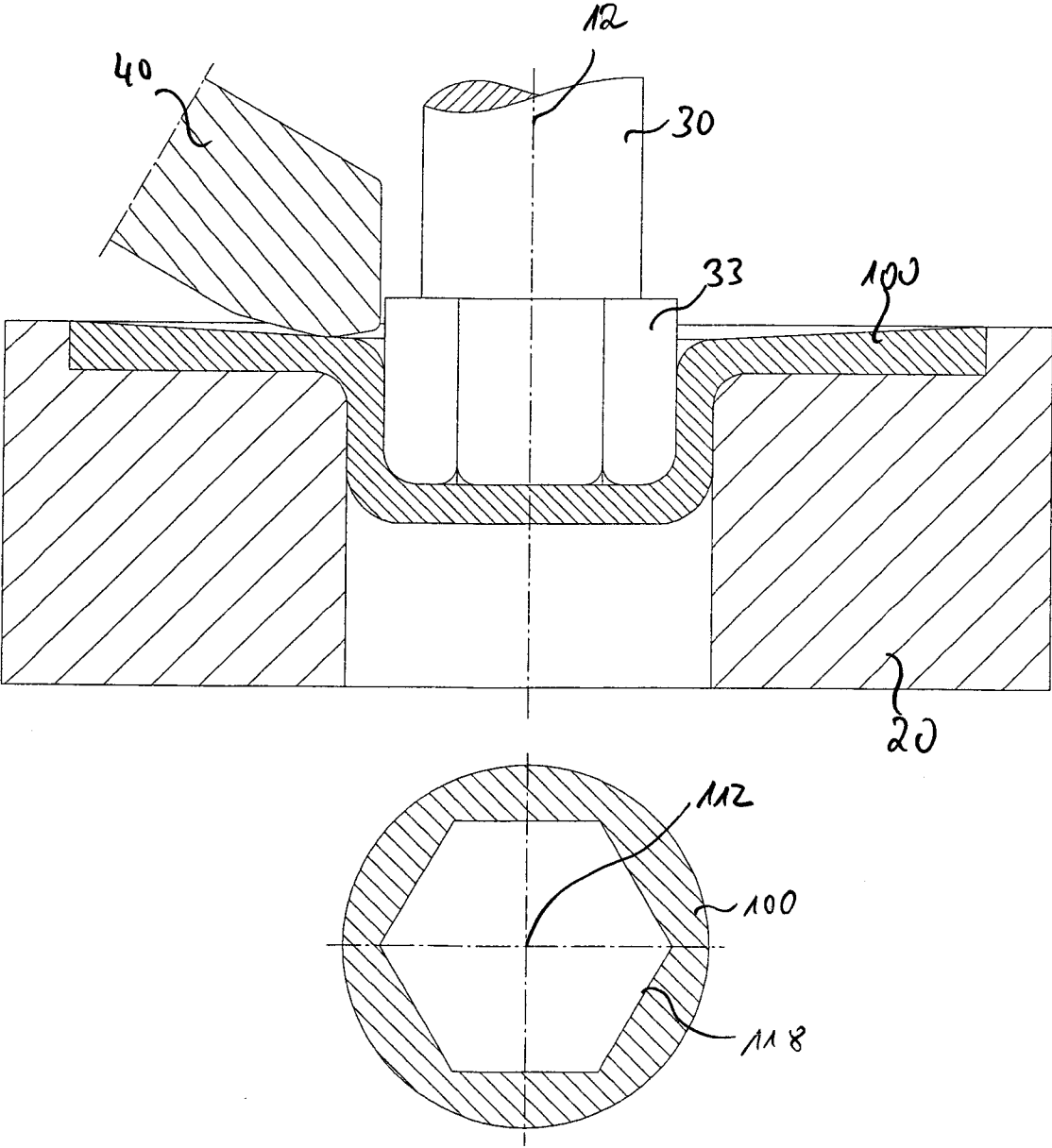


Fig. 13

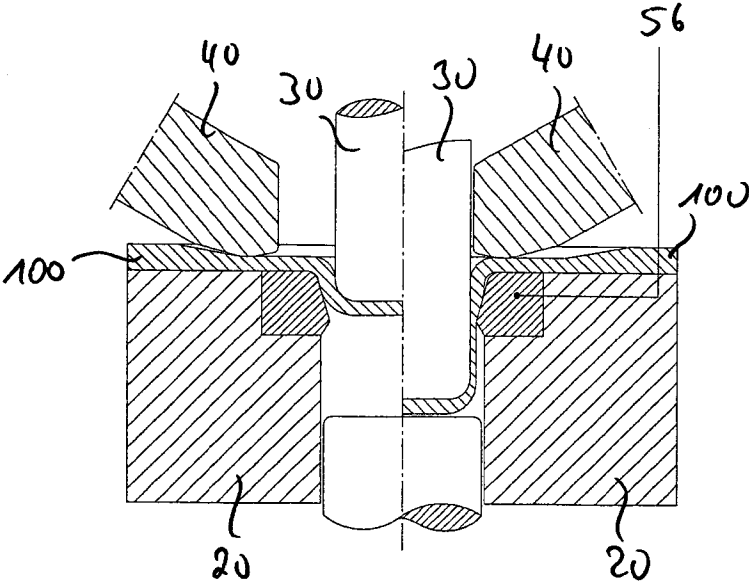


Fig. 14

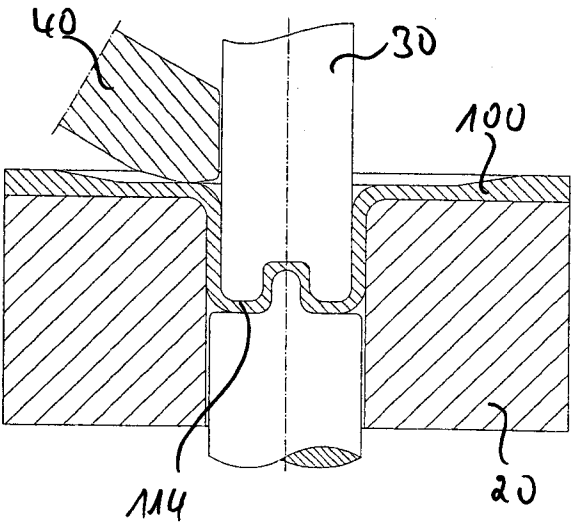


Fig. 15

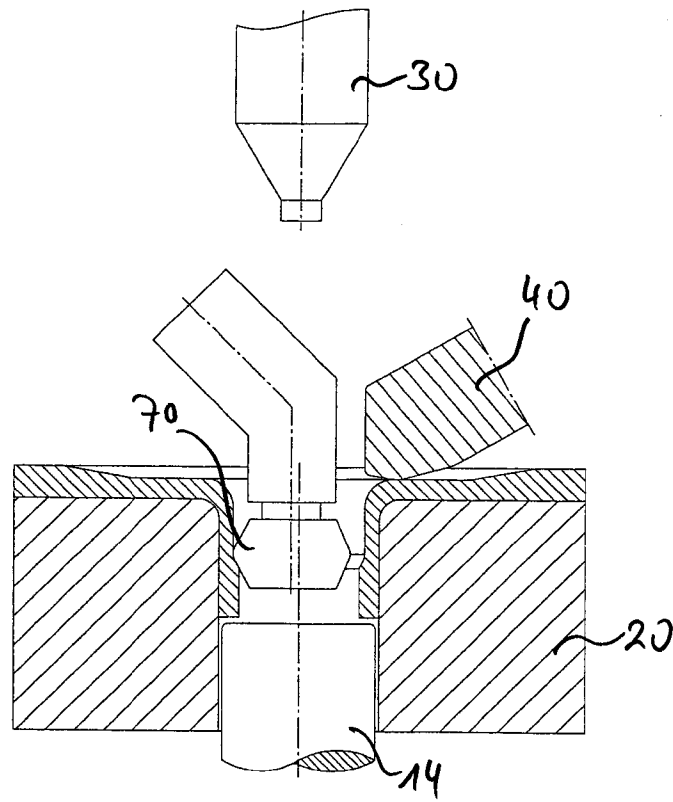


Fig. 16

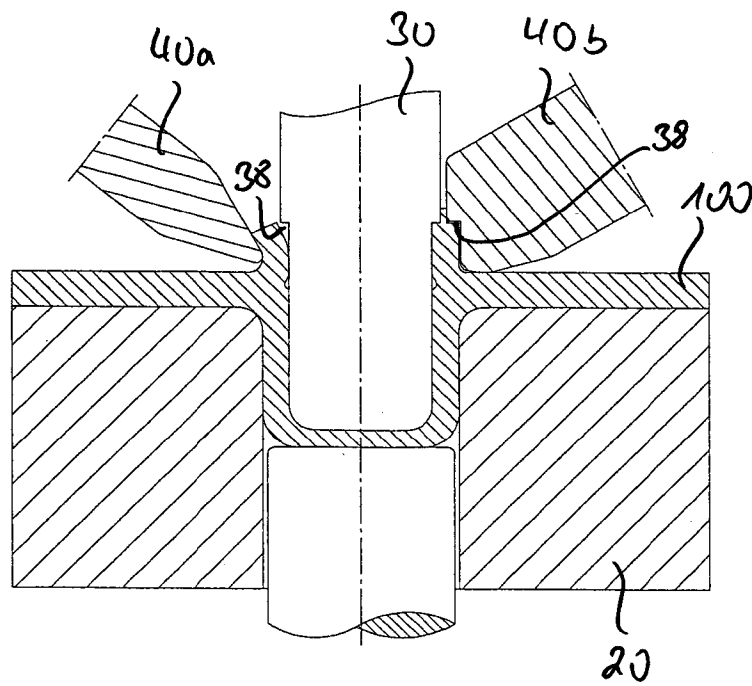


Fig. 17

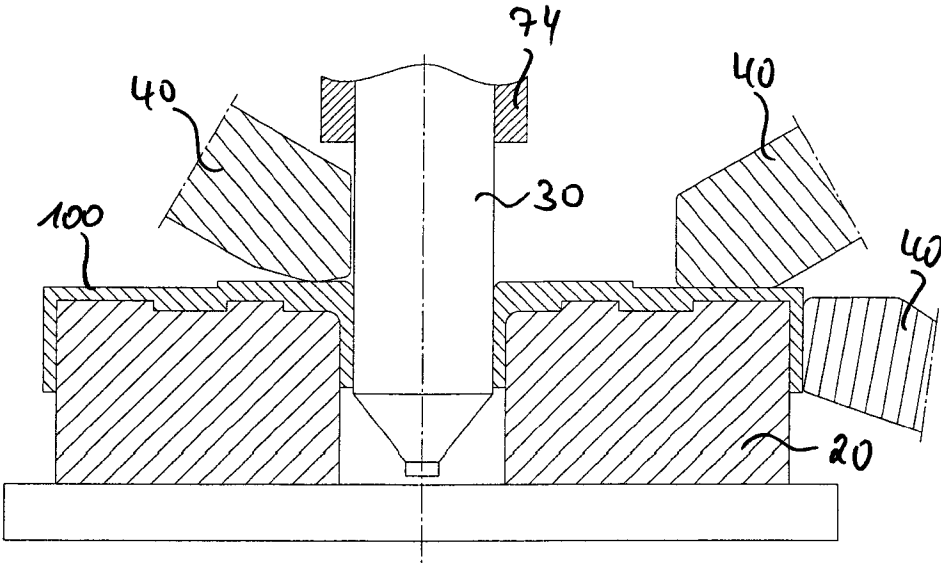


Fig. 18

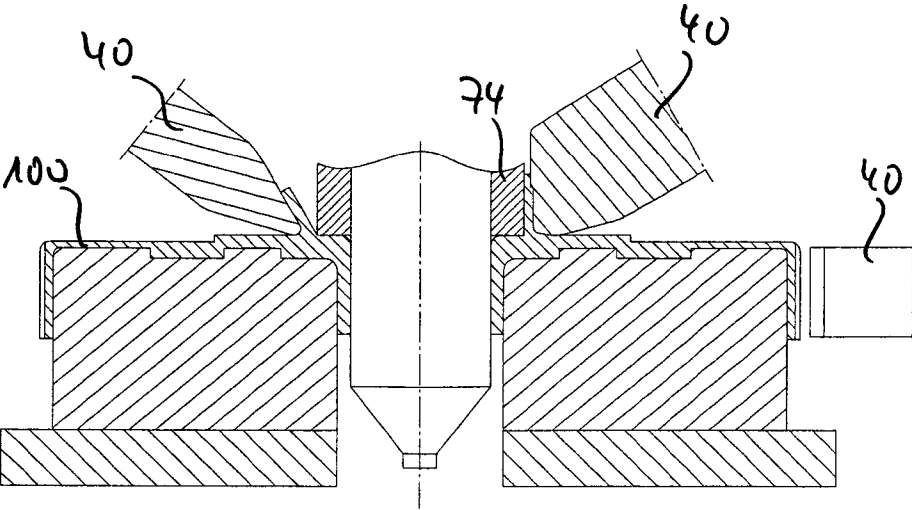
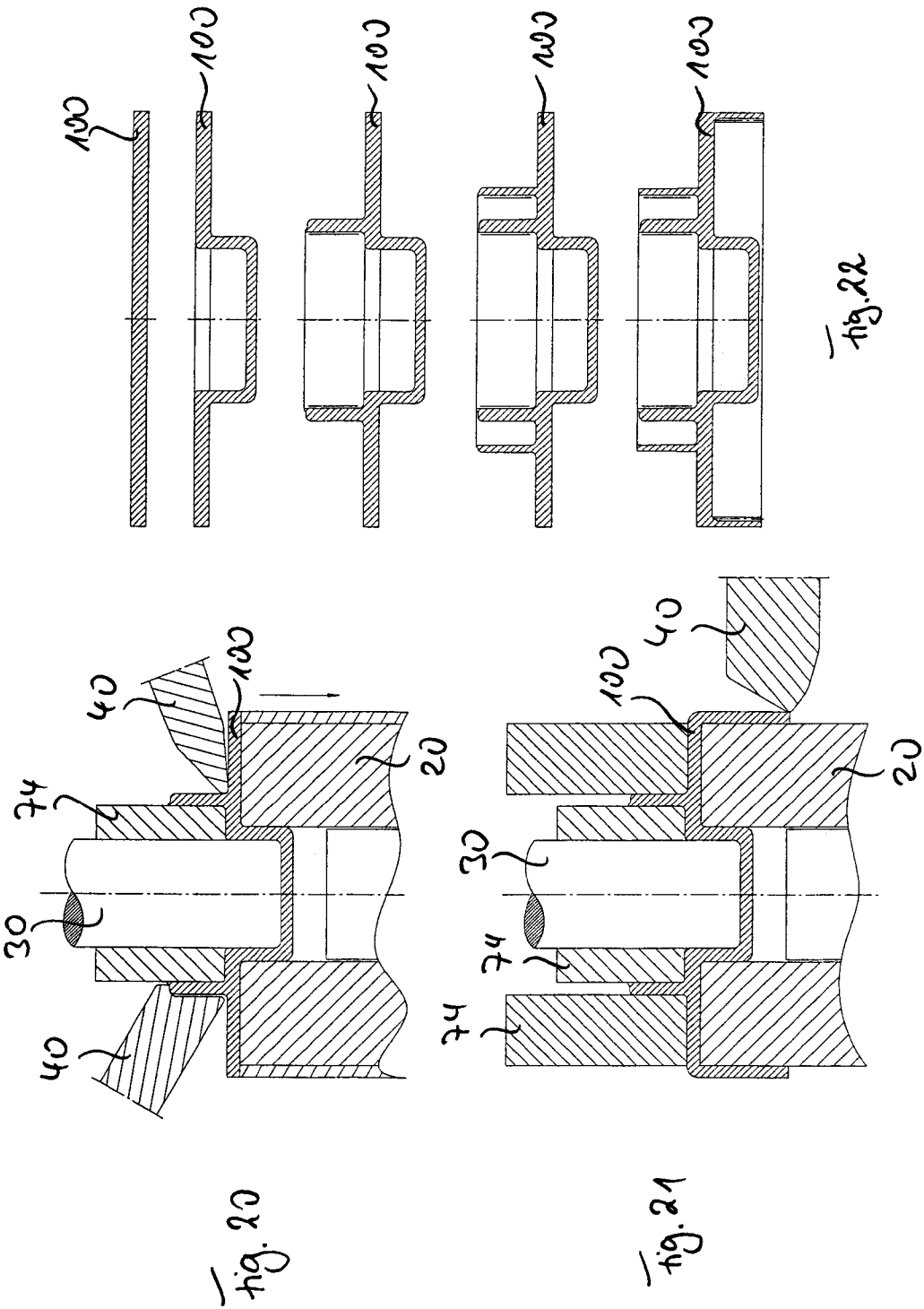
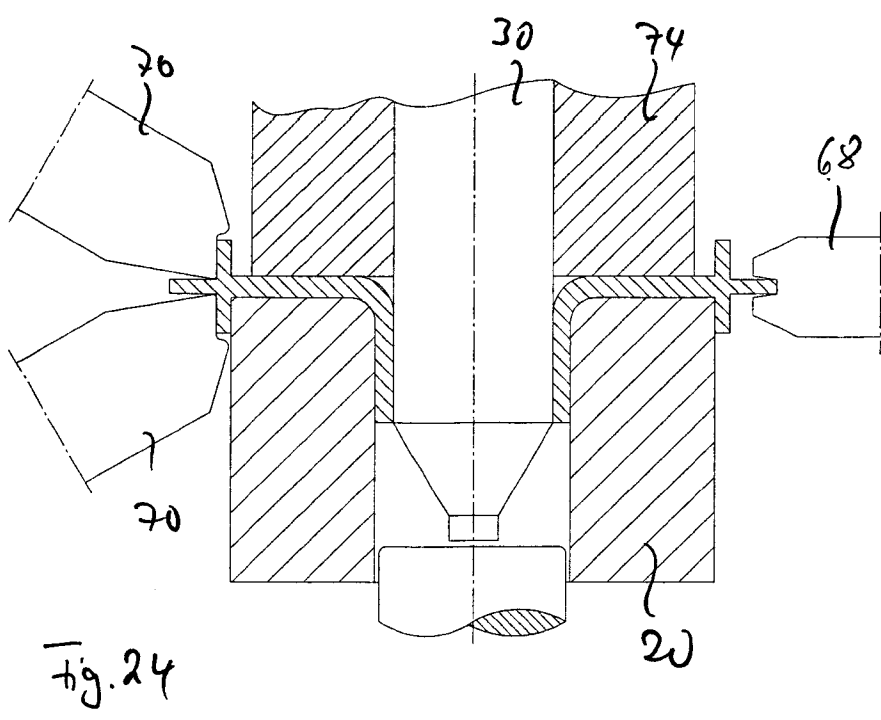
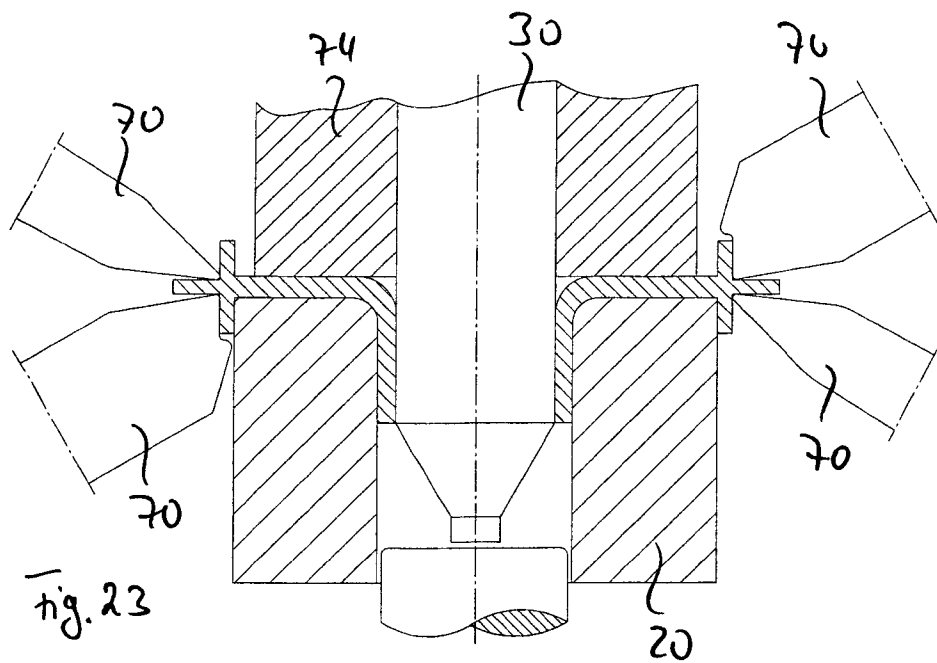


Fig. 19





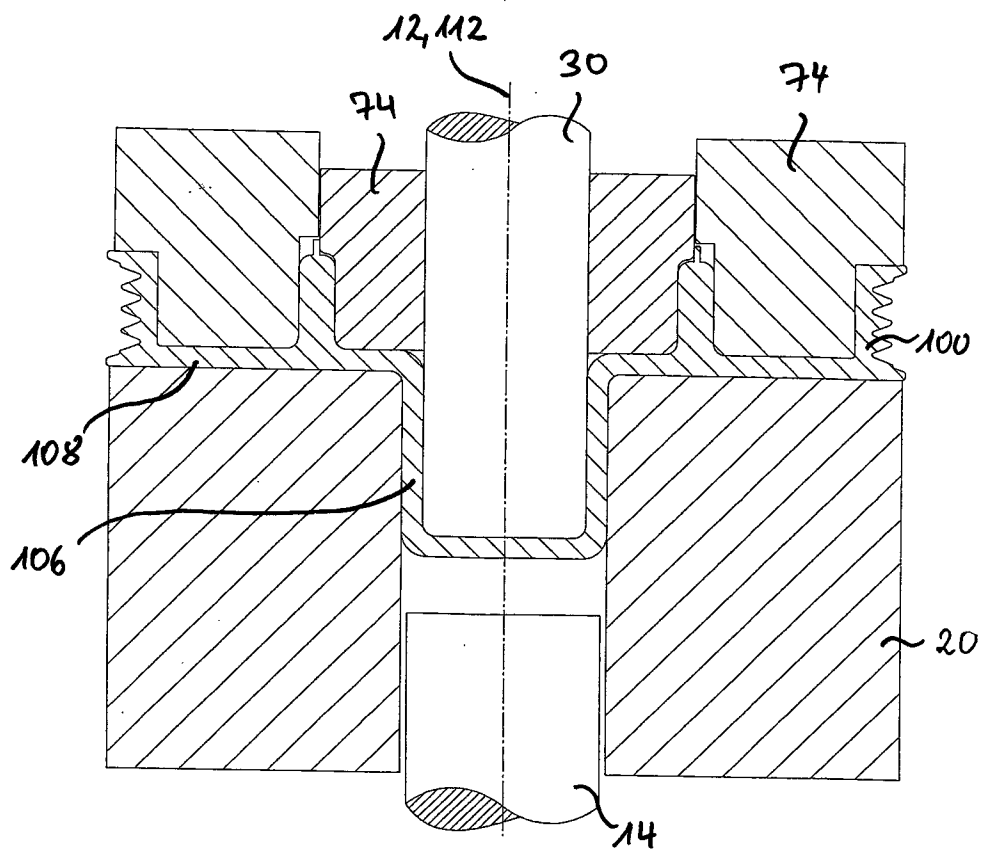


Fig. 25

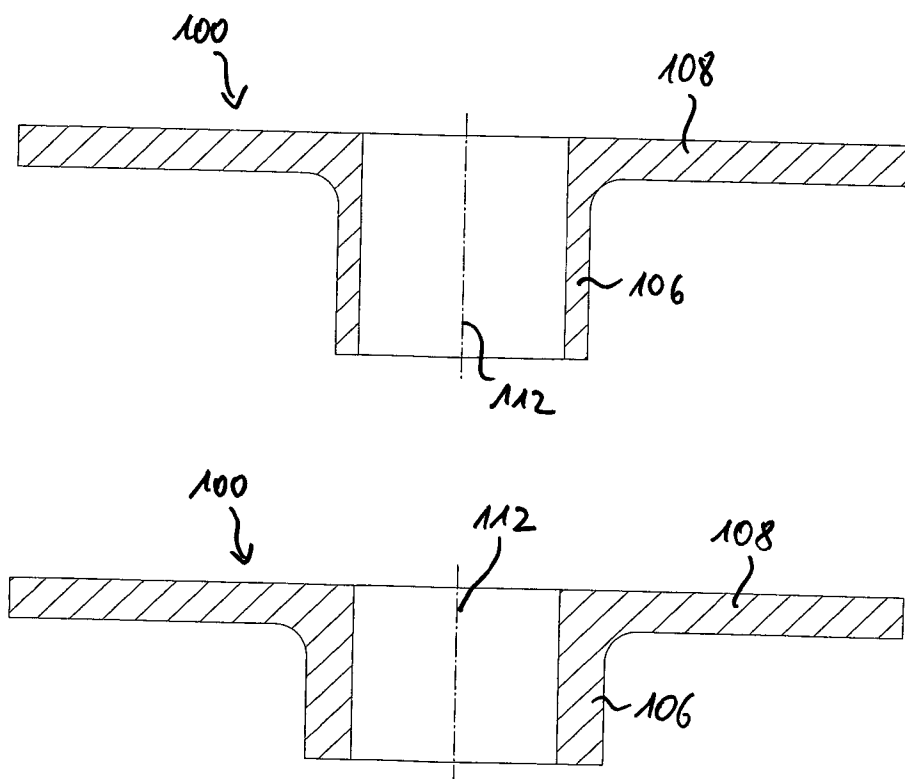


Fig. 26

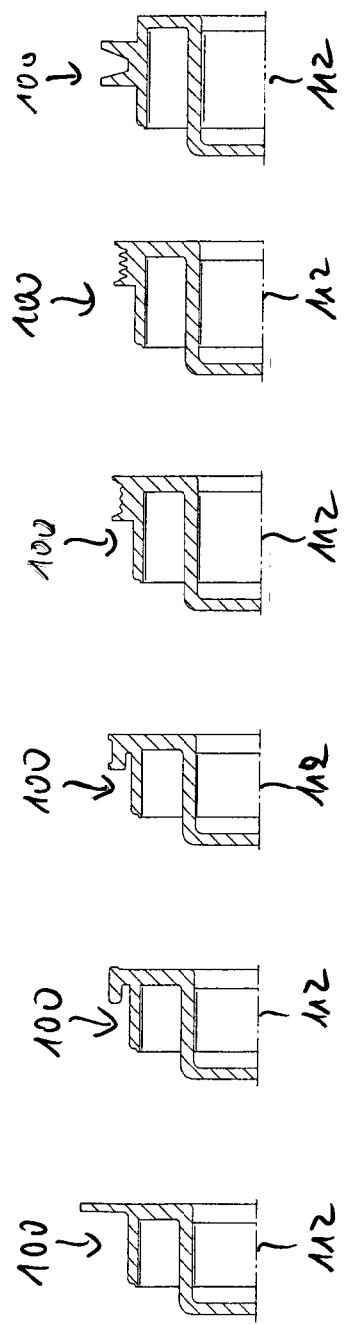


fig. 27

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2013/054388

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B21D22/14 B21D22/21
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B21D B21H B21J

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EP0-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 44 00 257 C1 (WF MASCHINENBAU BLECHFORMTECH [DE]) 1 December 1994 (1994-12-01) cited in the application the whole document	1,11
A	----- EP 0 997 210 A2 (LEICO WERKZEUGMASCHB GMBH & CO [DE]) 3 May 2000 (2000-05-03) cited in the application the whole document	1,11
A	----- DE 43 27 746 A1 (HERZING & SCHROTH GMBH & CO KG [DE]) 23 February 1995 (1995-02-23) cited in the application the whole document	1,11
	----- -/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

14 June 2013

Date of mailing of the international search report

26/06/2013

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Pieracci, Andrea

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2013/054388

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 100 61 403 A1 (WF MASCHINENBAU BLECHFORMTECH [DE]) 27 June 2002 (2002-06-27) the whole document	1, 11
A	----- EP 1 136 150 A2 (NISSAN MOTOR [JP]) 26 September 2001 (2001-09-26) the whole document -----	1, 11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2013/054388

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 4400257	C1	01-12-1994	NONE
EP 0997210	A2	03-05-2000	DE 29921590 U1 13-04-2000 DE 59903308 D1 12-12-2002 EP 0997210 A2 03-05-2000
DE 4327746	A1	23-02-1995	DE 4327746 A1 23-02-1995 EP 0639415 A2 22-02-1995
DE 10061403	A1	27-06-2002	NONE
EP 1136150	A2	26-09-2001	DE 60104582 D1 09-09-2004 DE 60104582 T2 11-08-2005 EP 1136150 A2 26-09-2001 JP 3812329 B2 23-08-2006 JP 2001334335 A 04-12-2001 US 2001039864 A1 15-11-2001

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/054388

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. B21D22/14 B21D22/21
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherhierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
B21D B21H B21J

Recherhierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherhierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EP0-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 44 00 257 C1 (WF MASCHINENBAU BLECHFORMTECH [DE]) 1. Dezember 1994 (1994-12-01) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument -----	1,11
A	EP 0 997 210 A2 (LEICO WERKZEUGMASCHB GMBH & CO [DE]) 3. Mai 2000 (2000-05-03) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument -----	1,11
A	DE 43 27 746 A1 (HERZING & SCHROTH GMBH & CO KG [DE]) 23. Februar 1995 (1995-02-23) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument ----- -/--	1,11



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

14. Juni 2013

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

26/06/2013

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Pieracci, Andrea

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/054388

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 100 61 403 A1 (WF MASCHINENBAU BLECHFORMTECH [DE]) 27. Juni 2002 (2002-06-27) das ganze Dokument	1,11

A	EP 1 136 150 A2 (NISSAN MOTOR [JP]) 26. September 2001 (2001-09-26) das ganze Dokument	1,11

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/054388

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 4400257	C1	01-12-1994	KEINE
EP 0997210	A2	03-05-2000	DE 29921590 U1 13-04-2000 DE 59903308 D1 12-12-2002 EP 0997210 A2 03-05-2000
DE 4327746	A1	23-02-1995	DE 4327746 A1 23-02-1995 EP 0639415 A2 22-02-1995
DE 10061403	A1	27-06-2002	KEINE
EP 1136150	A2	26-09-2001	DE 60104582 D1 09-09-2004 DE 60104582 T2 11-08-2005 EP 1136150 A2 26-09-2001 JP 3812329 B2 23-08-2006 JP 2001334335 A 04-12-2001 US 2001039864 A1 15-11-2001