

(19)



(11)

EP 4 292 725 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
20.12.2023 Patentblatt 2023/51

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
B21D 9/15 (2006.01) B21D 15/02 (2006.01)
B21D 41/04 (2006.01) B21D 39/04 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **23177599.0**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
B21D 15/02; B21D 9/15; B21D 41/04; B21D 39/048

(22) Anmeldetag: **06.06.2023**

(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 ME MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(71) Anmelder: **Uniflex-Hydraulik GmbH**
61184 Karben (DE)

(72) Erfinder: **Jarrasch, Heidi**
61191 Nieder-Rosbach (DE)

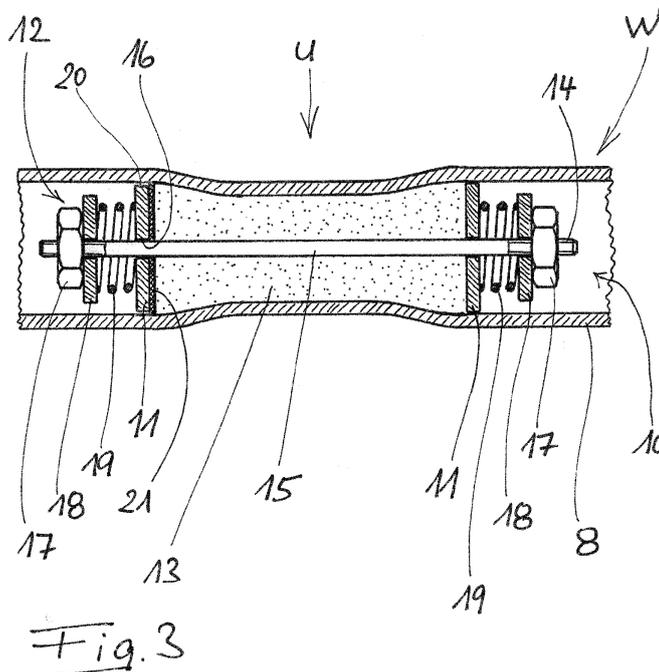
(74) Vertreter: **Grättinger Möhring von Poschinger**
Patentanwälte Partnerschaft mbB
Wittelsbacherstrasse 2b
82319 Starnberg (DE)

(30) Priorität: **14.06.2022 DE 102022114972**

(54) **VERFAHREN ZUR MEHRACHSIGEN UMFORMUNG EINES HOHLEN WERKSTÜCKS SOWIE STÜTZKERN ZUR VERWENDUNG BEI EINEM SOLCHEN VERFAHREN**

(57) Bei der mehrachsigen Umformung eines hohlen Werkstücks (W), insbesondere eines polygonalen hohlen Werkstücks, wird in den Hohlraum des umzuformenden hohlen Werkstücks (W) ein Stützkern (10) eingebracht, welcher zwei Endplatten (11), eine zwischen diesen aufgenommene rieselfähige oder pastöse Füllung (13) und eine die Endplatten (11) miteinander verbindende, einen Zuganker (15) aufweisende Zugstruktur (12) umfasst. Bevor die Werkstück-Stützkern-Gesamtheit in

eine Radialpresse mit einer Mehrzahl von synchron radial auf eine Pressachse (X) bewegbaren Pressbacken (7) eingelegt und das Werkstück (W), durch Einwirkung der Pressbacken (7) auf dieses, in der Radialpresse unter Verringerung mindestens zweier Radialabmessungen umgeformt wird, werden die Endplatten (11) mittels der Zugstruktur (12) gegeneinander verspannt, unter Einspannung der Füllung (13) in den durch die Endplatten (11) begrenzten Werkstück-Hohlraum.



EP 4 292 725 A1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur mehrachsigen Umformung eines hohlen Werkstücks, insbesondere eines Vierkant-Rohres, eines Sechskant-Rohres oder eines anderen polygonalen hohlen Werkstücks.

[0002] Verschiedene technische Prozesse erfordern das mehrachsige Umformen hohler Werkstücke wie Rohre oder dergleichen, namentlich das mehrachsige Umformen derartiger Rohre etc. unter Verengung des eingeschlossenen Hohlraumes im Sinne einer Verringerung des Hohlraum-Querschnitts. Bei rohrartigen und vergleichbaren Werkstücken mit rundem Querschnitt kommen hierfür als solches bekannte und gebräuchliche Radialpressen (vgl. das Sortiment der Uniflex-Hydraulik GmbH, Karben) zum Einsatz, bei denen typischerweise acht Pressbacken, welche einander bezüglich einer Pressachse jeweils paarweise gegenüberstehen, unter der Wirkung einer (z. B. hydraulisch, elektrisch oder manuell betätigten) Antriebseinheit synchron radial nach innen in Richtung auf die Pressachse bewegt werden. Die betreffenden Pressbacken verfügen dabei radial innen über eine konkav gewölbte Pressfläche mit einer an die finale Geometrie des umzuformenden runden Werkstücks, d. h. dessen Sollgeometrie nach erfolgter Radialverpressung, angepassten Geometrie.

[0003] Die DE 10 2012 205 855 A1 offenbart ein Verfahren zum Formen eines Teils aus einem einen hohlen Abschnitt enthaltenden Werkstück in einer Presse. Ebenfalls offenbart ist ein bei der Durchführung eines solchen Verfahrens verwendbarer Innendorn für den zu formenden hohlen Abschnitt. Hierbei wird der hohle Abschnitt des Werkstücks mit Dornmaterial gefüllt, welches zum Formen des Dorns in dem hohlen Abschnitt innerhalb des Werkstücks umgewandelt wird. Es werden diverse mögliche Dornmaterialien erwähnt wie insbesondere Gas, Kautschukmischung, Granulat, Ton und Sand; ebenfalls erwähnt werden gelierbares und/oder schäumbares Material sowie Material, welches bei einer Übergangstemperatur seine Viskosität ändert.

[0004] Aus der JP 2002 113 524 A ist ein zum Einsetzen in ein zu bearbeitendes Rohr bestimmter Kern bekannt, der dazu dient, das Auftreten von Formfehlern bei der Bearbeitung des Rohres zu verhindern. Der Kern besteht aus einer zylindrischen Blase, welche, nachdem sie in das Rohr eingesetzt worden ist, mittels eines unter Druck zugeführten Fluids zur festen Anlage an der Innenwand des Rohres expandiert wird.

[0005] Die US 5 823 031 A offenbart einen zum Aufweiten eines Rohres bestimmten, in das Rohrinne einsetzbaren expandierbaren Kern. Dieser umfasst einen zylindrischen Block aus einem flexiblen Material, durch den hindurch sich ein mit einem Zugantrieb verbundenes Zugglied erstreckt, mittels dessen zwei einander gegenüberliegend stirnseitig an dem Block angeordnete Druckplatten aufeinander zu bewegt werden können, um den Block radial aufzuweiten. Zu verwenden ist ein solcher

expandierbarer Kern insbesondere zur Formgebung eines Rohres in einer Matrice.

[0006] Die vorliegende Erfindung ist darauf gerichtet, den Stand der Technik, der im Hinblick auf das mehrachsige Umformen hohler Werkstücke wie Rohre oder dergleichen, namentlich das mehrachsige Umformen derartiger Rohre etc. unter Verengung des eingeschlossenen Hohlraumes im Sinne einer Verringerung des Hohlraum-Querschnitts existiert, hinsichtlich des erzielbaren Ergebnisses der mehrachsigen Umformung eines hohlen Werkstücks zu verbessern. Insbesondere soll eine technisch besonders brauchbare Lösung bereitgestellt werden, wenn ein polygonales hohles Werkstück, insbesondere ein Vier- oder Sechskant-Rohr, unter Verengung des eingeschlossenen Hohlraumes mehrachsig umzuformen ist. Als ein besonders wesentlicher Aspekt der technischen Brauchbarkeit wird dabei eine hinreichende Reproduzierbarkeit der entsprechenden mehrachsigen Umformung angesehen, was hinwiederum insbesondere bedeutet, dass die Verengung des hohlen Werkstücks im Bereich von dessen mehrachsiger Umformung nicht ungewollt zu einer Änderung der prinzipiellen polygonalen Form des Werkstücks führt.

[0007] Gelöst wird die vorstehend angegebene Aufgabenstellung gemäß der vorliegenden Erfindung durch das in Anspruch 1 angegebene Verfahren. Demgemäß umfasst - gemäß der vorliegenden Erfindung - ein Verfahren zur mehrachsigen Umformung eines hohlen Werkstücks, insbesondere eines Vier- oder Sechskant-Rohres oder sonstigen polygonalen hohlen Werkstücks, die folgenden Schritte:

- a) Bereitstellen des umzuformenden hohlen Werkstücks;
- b) Einbringen eines Stützkerns in den Hohlraum des Werkstücks, wobei der Stützkern zwei Endplatten, eine zwischen diesen aufgenommene rieselfähige oder pastöse Füllung und eine die Endplatten miteinander verbindende, einen Zuganker aufweisende Zugstruktur umfasst;
- c) Verspannen der Endplatten gegeneinander mittels der Zugstruktur unter Einspannung der Füllung in den durch die Endplatten begrenzten Werkstück-Hohlraum;
- d) Einlegen der Werkstück-Stützkern-Gesamtheit in eine Radialpresse mit einer Mehrzahl von synchron radial auf eine Pressachse bewegbaren Pressbacken;
- e) Umformung des Werkstücks in der Radialpresse unter Verringerung mindestens zweier Radialabmessungen des Werkstückes durch Einwirkung der Pressbacken auf dieses;
- f) Öffnen der Radialpresse;
- g) Entnehmen des umgeformten Werkstücks aus der Radialpresse;
- h) Entnehmen des Stützkerns aus dem Hohlraum des Werkstücks.

[0008] Ein zentraler, wesentlicher, mit den übrigen Aspekten des erfindungsgemäßen Verfahrens synergetisch zusammenwirkender Aspekt der vorliegenden Erfindung besteht demgemäß in der Abstützung des - insbesondere polygonalen - hohlen Werkstücks bei dessen Umformung von innen her, und zwar durch einen Stützkern, welcher sich in charakteristischer Weise hinwiederum dadurch auszeichnet, dass er insbesondere zwei mittels einer sich durch den Hohlraum des hohlen Werkstücks hindurch erstreckenden Zugstruktur gegeneinander verspannte Endplatten und eine zwischen diesen aufgenommene rieselfähige oder pastöse Füllung umfasst.

[0009] Die in Umsetzung der vorliegenden Erfindung mögliche Form der Abstützung des hohlen Werkstücks von innen her reduziert substantiell die Gefahr, dass das hohle Werkstück bei seiner Umformung ungewollt seine prinzipielle Form verändert; denn der Stützkern stellt, wie dargelegt, eine das Werkstück von innen her stützende, dem Einfallen der Wände entgegenwirkende Wirkung bereit. Dies gilt in ganz besonderem Maße bei der Umformung eines polygonalen hohlen Werkstücks; denn hier ist die vorteilhafte Wirkung der Erfindung, dass nämlich dem Einfallen der jeweils durch zwei einander benachbarte Kanten begrenzten, zunächst ebenen Wandungsabschnitte eines polygonalen hohlen Werkstücks nach innen entgegengewirkt wird, besonders ausgeprägt. Soweit der innen in dem Werkstück wirkende Stützkern zu Beginn der Radialverpressung - bei der Umformung eines polygonalen Werkstücks setzt diese typischerweise zunächst an den Kanten des polygonalen Werkstücks an, nachdem dort die Pressbacken zuerst aufsetzen - ein (leichtes) Auswölben der jeweils durch zwei einander benachbarte Kanten begrenzten, zunächst ebenen Wandungsabschnitte nach außen nach sich zieht, bleibt dies eine vorübergehende Deformation ohne nachteilige Folgen; denn ein solches lokales leichtes Auswölben nach außen wird durch die später dort aufsetzenden Pressbacken wieder korrigiert, so dass jedenfalls am Ende der Radialverpressung die prinzipielle polygonale Form des radial verpressten Werkstücks optimal jener des Werkstücks vor der Radialverpressung entspricht. Indem sich in Anwendung der vorliegenden Erfindung ein Einfallen der Wände verhindern lässt, lassen sich beispielsweise örtlich verengte Vier- oder Sechskantrohre herstellen, die im Bereich der Verengung einen Vier- bzw. Sechskant-Querschnitt mit vier bzw. sechs zumindest im Wesentlichen ebenen Wandabschnitten aufweisen.

[0010] Die Nachgiebigkeit einer rieselfähigen, den Hohlraum des hohlen Werkstücks zumindest in der Umformzone ausfüllenden Füllung, damit diese eine die Wandung des Werkstücks definiert abstützende, die Umformung allerdings nicht verhindernde Wirkung entfaltet, lässt sich im Rahmen der vorliegenden Erfindung auf verschiedene Weise erreichen. Gemäß einer ersten bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung besteht die rieselfähige Füllung aus Partikeln eines Materials, welches bei

den sich beim Umformen des Werkstücks in der Füllung einstellenden Drücken definiert kompressibel ist. Hier kommen insbesondere geeignete Elastomere in Betracht.

[0011] In bevorzugter alternativer Ausgestaltung ist das Material, aus dem die die rieselfähige Füllung bildenden Partikel bestehen, bei den sich einstellenden Drücken indessen nicht kompressibel; allerdings sind die Füllungspartikel in solcher Weise (plastisch und/oder elastisch) verformbar, dass sich unter dem sich beim Umformen des Werkstücks in dessen Hohlraum aufbauenden Druck - unter Verringerung des zwischen den Füllungspartikeln verbleibenden Porenvolumens - die Packungsdichte der Füllungspartikel (und somit die Dichte der Füllung als Ganzes) erhöht. Ein vergleichbarer Effekt lässt sich mit einem Füllungsmaterial erreichen, bei dem Füllungspartikel sich beim Umformen des hohlen Werkstücks - unter der Wirkung des sich im Zuge der Umformung erhöhenden Drucks - in mehrere Fragmente zerlegen; denn auch dies führt zu einer Verringerung des zwischen den (teilweise zerkleinerten) Füllungspartikeln verbleibenden Porenvolumens und somit einer definierten Steigerung der Dichte der Füllung als Ganzes, wenn sich beim Umformen des hohlen Werkstücks in dessen Hohlraum ein entsprechend hoher Druck aufbaut. Insofern kommt für die Füllungspartikel insbesondere ein mineralisches und/oder keramisches Material in Betracht. Ein insoweit für übliche Anwendungen der Erfindung geeignetes FüllungsMaterial ist Sand, der ggf. mit die Druckbeständigkeit und/oder die Fließfähigkeit modifizierenden chemischen Zusätzen versetzt sein kann; beispielsweise kann das Füllungsmaterial so auf eine pastöse, etwa mit weicher Knete vergleichbare Konsistenz eingestellt werden.

[0012] Im Hinblick auf eine mehrfache Verwendbarkeit der rieselfähigen Füllung ist von den vorstehend dargelegten Varianten jene mit elastisch verformbaren Partikeln besonders zu bevorzugen.

[0013] Eine wiederum andere bevorzugte Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens, bei welcher die (ggf. pastöse) Füllung beim Umformen des hohlen Werkstücks seine Dichte nicht (oder zumindest nicht wesentlich) ändert, zeichnet sich dadurch aus, dass eben beim Umformen des Werkstücks in der Radialpresse der Abstand zwischen den Endplatten zunimmt. Der sich reduzierende Querschnitt des Werkstücks in der Umformzone wird somit durch eine definierte Ausdehnung der Füllung längs der Achse des Werkstücks (zumindest teilweise) kompensiert. Dies kann insbesondere erreicht werden durch eine definierte Dehnung der die beiden Endplatten, zwischen denen die Füllung eingespannt ist, gegeneinander verspannenden Zugstruktur. Technische Ausgestaltungen hierzu können insbesondere sein eine Dehnung des sich zwischen den beiden Endplatten erstreckenden Zugankers oder eine Stauchung von (außerhalb des mit der rieselfähigen Füllung ausgefüllten Hohlraums angeordneten) Druckfedern, über welche sich die Endplatten an dem durch sie hindurchtretenden

Zuganker abstützen.

[0014] Ersichtlich können, worauf zur Vermeidung von Fehlvorstellungen vorsorglich hinzuweisen ist, im Rahmen der vorliegenden Erfindung auch mehrere der vorstehend erläuterten Mechanismen kombinatorisch wirkend implementiert werden.

[0015] Die zwischen den beiden Endplatten vorhandene, den Hohlraum des umzuformenden Werkstücks ausfüllende Füllung ist - gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung - in einer nachgiebigen, z. B. membranartigen Hülle aufgenommen, deren charakteristische Eigenschaften wie Festigkeit und Dehnbarkeit insbesondere denen eines handelsüblichen Luftballons ähneln können. Auf diese Weise kommt die rieselfähige oder pastöse Füllung nicht direkt mit der Innenwand des hohlen Werkstücks in Berührung. Das reduziert die Gefahr, dass sich beim Umformen des Werkstücks an dessen innerer Oberfläche Füllungs-Partikel festsetzen und somit das Werkstück innen verunreinigen. Im Übrigen hat eine solche "Kapselung" der Füllung Vorteile bei dem Entnehmen des Stützkerns aus dem Werkstück und seiner anschließenden Wiederverwendung.

[0016] Dem leichten Entfernen des Stützkerns aus dem Werkstück nach dessen Umformung kommt entgegen, wenn die Endplatten nicht passgenau in das Werkstück hineinpassen, sondern vielmehr jeweils ein lichter Ringspalt zwischen Endplatte und Werkstück verbleibt. Um das Eindringen von Füllung in diesen Ringspalt zu verhindern, ist auf der jeweils der Füllung zugewandten Seite der jeweiligen Endplatte besonders bevorzugt eine Dichtung angeordnet, welche - den Ringspalt überbrückend - sowohl an der Endplatte als auch an der Innenfläche des Werkstücks dicht anliegt.

[0017] Es ist zu betonen, dass die mit der Erfindung erzielbaren Vorteile zwar bei der Radialumformung polygonaler hohler Werkstücke in besonders ausgeprägtem Maße zum Tragen kommen, sich hingegen nicht auf diese Anwendung beschränken. Auch bei Rohren oder sonstigen hohlen Werkstücken mit anderen - z. B. runden oder ovalen - Querschnittsgeometrien lässt sich die vorliegende Erfindung mit Vorteil einsetzen.

[0018] Eine andere bevorzugte Weiterbildung der vorliegenden Erfindung zeichnet sich dadurch aus, dass die Zugstruktur als Zuganker mindestens eine zumindest abschnittsweise mit einem Außengewinde versehene Stange und eine mit dieser zusammenwirkende Spannmutter umfasst. Gegebenenfalls, nämlich insbesondere dann, wenn eine Vergrößerung des Abstandes zwischen den Endplatten während der Umformung des Werkstücks (s. o.) erwünscht ist, aber die Stange nur eine sehr geringe Nachgiebigkeit aufweist, kann die Zugstruktur zusätzlich noch eine zwischen der Spannmutter und der benachbarten Endplatte des Stützkerns angeordnete, eine definierte Nachgiebigkeit bereitstellende Druckfeder (z. B. in Form Tellerfeder bzw. eines Tellerfederpakets oder einer Schraubenfeder) umfassen.

[0019] Unabhängig von der individuellen Ausführung der rieselfähigen Füllung und der Zugstruktur des Stütz-

kerns ist gemäß einer wiederum anderen bevorzugten Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens vorgesehen, dass beim Entnehmen des Stützkerns aus dem Hohlraum des Werkstücks (nach dessen Umformung) die beiden Endplatten zu unterschiedlichen Seiten aus dem Hohlraum des Werkstücks entnommen werden. Bei dieser Weiterbildung wird, mit anderen Worten, nach der erfolgten Umformung des polygonalen Werkstücks der Stützkern in dem umgeformten Werkstück zerlegt in dem Sinne, dass mindestens eine der beiden Endplatten von der Zugstruktur getrennt wird, so dass sie zu einer anderen Seite hin aus dem Werkstück entnommen werden kann als der Zuganker der Zugstruktur. Durch eine solche Zerlegbarkeit des Stützkerns lässt sich eine sehr genaue Anpassung der Geometrie der Endplatten des Stützkerns an den Querschnitt des Hohlraumes des polygonalen Werkstücks außerhalb der Verformungszone vornehmen, was sich für das Ergebnis der Umformung als vorteilhaft erweist, insbesondere im Sinne eines hohen Grades an Reproduzierbarkeit. Die Endplatten können nämlich auf diese Weise dazu beitragen, den Bereich der Umformung des Werkstücks durch seine Radialverpressung in axialer Richtung definiert zu begrenzen.

[0020] Gemäß den vorstehenden Erläuterungen des erfindungsgemäßen Verfahrens zeichnet sich, gemäß einem anderen Aspekt der vorliegenden Erfindung, ein zur Verwendung bei dem erfindungsgemäßen Verfahren geeigneter Stützkern dadurch aus, dass er zwei polygonale Endplatten, eine diese miteinander verbindende Zugstruktur und eine zwischen den Endplatten aufnehmbare rieselfähige Füllung umfasst. Hinsichtlich weiterer bevorzugter Gestaltungsmerkmale des Stützkerns wird - zur Vermeidung von Wiederholungen - auf die vorstehenden Ausführungen und auf die nachfolgende Erläuterung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung verwiesen, welches in der Zeichnung veranschaulicht ist.

[0021] Dabei zeigt

Fig. 1 einen senkrecht zur Pressachse geführten Vertikalschnitt durch den hier maßgeblichen Bereich einer als Jochpresse ausgeführten Radialpresse mit eingelegter Werkstück-Stützkern-Gesamtheit, und zwar in vollständig geöffneter Konfiguration vor Beginn der Radialverpressung,

Fig. 2 die Radialpresse mit eingelegter Werkstück-Stützkern-Gesamtheit gemäß Fig. 1 in vollständig geschlossener Konfiguration nach Abschluss der Radialverpressung und

Fig. 3 einen Längsschnitt durch die der Radialpresse nach Beendigung der Radialverpressung und Öffnen der Radialpresse entnommene Werkstück-Stützkern-Gesamtheit.

[0022] Die in der Zeichnung teilweise schematisch veranschaulichte Radialpresse orientiert sich hinsichtlich ih-

rer Konzeption, ihrer Bau- und Funktionsweise sowie ihrer strukturellen Merkmale an dem hinlänglich bekannten Stand der Technik (vgl. beispielsweise DE 10 2011 015 706 A1,2 sowie das Produktprogramm der Uniflex-Hydraulik GmbH, DE-61184 Karben). Sie umfasst eine (nicht gezeigte) Basis, ein zu dieser stationäres Unterjoch 1 und ein Oberjoch 2, welches mittels einer - nur im Umfang der Zugstangen 3 angedeuteten - Antriebseinheit relativ zu dem Unterjoch 1 vertikal auf und ab bewegbar ist (vgl. Doppelpfeil B). Die Radialpresse weist in bekannter Weise acht gleichmäßig und konzentrisch um eine Pressachse X herum angeordnete Grundbacken 4 auf, welche infolge der Relativbewegung von Oberjoch 2 und Unterjoch 1 bezüglich einander synchron - beim Absenken des Oberjochs 2 - radial in Richtung auf die Pressachse X und - beim Hochfahren des Oberjochs 2 - radial von der Pressachse X weg bewegbar sind. Zwischen einander benachbarten Grundbacken 4 wirken jeweils Rückstellfedern 5. Die Grundbacken 4 weisen jeweils radial innen eine zylindrisch gewölbte Anlagefläche 6 für auswechselbar an ihnen anbringbare Pressbacken 7 auf.

[0023] Da die Radialpresse zum Radialverpressen eines beispielhaft als Vierkantrohr 8 mit quadratischem Querschnitt ausgeführten polygonalen Werkstücks W hergerichtet ist, sind die radial innen an den Pressbacken 7 vorgesehenen Pressflächen 9 spezifisch ausgeführt; vier der Pressbacken 7 verfügen über ebene Pressflächen 9.1, die Pressflächen 9.2 der anderen vier Pressbacken 7 sind demgegenüber winkelförmig gekehlt. Die Ausführung der Pressflächen 9.1 und 9.2 ist dabei dergestalt aufeinander abgestimmt, dass diese bei vollständig geschlossener Radialpresse (vgl. Fig. 2) einen quadratischen Querschnitt definieren.

[0024] Bevor das Vierkantrohr 8 in der entsprechend hergerichteten Radialpresse der Radialverpressung (vgl. Figuren 1 und 2) unterzogen wird, wird in das Vierkantrohr 8 ein Stützkern 10 (vgl. Fig. 3) eingebracht. Dieser umfasst zwei Endplatten 11 mit einer an den Innenquerschnitt des (unverformten) Vierkantrohres angepassten Geometrie, eine die beiden Endplatten 11 miteinander verbindende Zugstruktur 12 und eine in dem Innenraum des Vierkantrohres 8 zwischen den beiden Endplatten 11 aufgenommene rieselfähige Füllung 13. Die Zugstruktur 12 umfasst dabei ihrerseits einen Zuganker 15 in Form einer endseitig mit Gewinden 14 versehenen Zugstange, welche beidseits durch im Wesentlichen mittig in den Endplatten 11 vorgesehene Bohrungen 16 hindurchtritt, sowie an jedem der beiden Endbereiche des Zugankers 15 eine Spannmutter 17, eine ihrerseits durchbohrte Druckplatte 18 und eine Druckfeder 19. Letztere stützt sich außen an der zugeordneten Endplatte 11 ab und übt so auf diese eine Vorspannkraft gegen die rieselfähige Füllung 13 aus. Diese besteht aus Quarzsand.

[0025] Bei der Radialverpressung des Vierkantrohres 8 reduziert sich in dem Umformbereich U der Querschnitt des Hohlraumes. Soweit diese Querschnittsreduktion

nicht durch eine entsprechenden Verdichtung der zwischen den beiden Endplatten 11 eingeschlossenen rieselfähigen Füllung 13 kompensiert werden kann, erfolgt deren Verdrängung in axialer Richtung unter entsprechender Verschiebung der Endplatten 11 nach außen gegen die Vorspannkraft der Druckfedern 19. Je nach der individuellen Ausführung (Länge, Durchmesser, Material) des Zugankers 15 und der Abstimmung auf die Federhärte der Druckfedern 19 kann sich im Zuge der Radialverpressung des Vierkantrohres 8 synchron zu der Kompression der Druckfedern 19 die Zugstange mehr oder weniger ausgeprägt längen.

[0026] Nach dem Abschluss der Radialverpressung und dem Öffnen der Radialpresse wird das umgeformte Vierkantrohr 8 mitsamt des Stützkerns 10, d. h. die Werkstück-Stützkern-Gesamtheit der Radialpresse entnommen. Die Zugstruktur 12 wird gelöst, indem auf einer der beiden Seiten die Spannmutter 17 von der Zugstange abgeschraubt und die Spannmutter 17 sowie die Druckplatte 18 und die Druckfeder 19 dem Hohlraum des Vierkantrohres 8 entnommen werden. Anschließend wird die Zugstange zu der entgegengesetzten Richtung (samt der auf jener Seite befindlichen Spannmutter 17, Druckplatte 18 und Druckfeder 19) aus dem Vierkantrohr 8 ausgetrieben. Abschließend werden die beiden Endplatten 11 zu unterschiedlichen Seiten aus dem Vierkantrohr 8 entnommen und die Füllung 13 aus diesem herausgeschüttelt.

[0027] Erkennbar ist in Fig. 3 - beispielhaft an der links dargestellten Endplatte 1 veranschaulicht - auch die Ausführung der Endplatte 11 mit einer dergestalt gegenüber den Innenabmessungen des Vierkantrohres 8 reduzierten Kontur, dass zwischen der Endplatte 11 und dem Vierkantrohr 8 ein schmaler Ringspalt 20 verbleibt. Dieser Ringspalt 20 wird durch eine innen auf der Endplatte 11 aufliegende, mit ihrem Umfangsrand dicht an der Innenwand des Vierkantrohres 8 anliegende Dichtung 21 überbrückt.

Patentansprüche

1. Verfahren zur mehrachsigen Umformung eines hohlen Werkstücks (W), insbesondere eines Vierkant-Rohres (8), eines Sechskant-Rohres oder eines anderen polygonalen hohlen Werkstücks, umfassend die folgenden Schritte:

a) Bereitstellen des umzuformenden hohlen Werkstücks (W);

b) Einbringen eines Stützkerns (10) in den Hohlraum des Werkstücks (W), wobei der Stützkern (10) zwei Endplatten (11), eine zwischen diesen aufgenommene rieselfähige oder pastöse Füllung (13) und eine die Endplatten (11) miteinander verbindende, einen Zuganker (15) aufweisende Zugstruktur (12) umfasst;

c) Verspannen der Endplatten (11) gegeneinan-

- der mittels der Zugstruktur (12) unter Einspannung der Füllung (13) in den durch die Endplatten (11) begrenzten Werkstück-Hohlraum;
- d) Einlegen der Werkstück-Stützkern-Gesamtheit in eine Radialpresse mit einer Mehrzahl von synchron radial auf eine Pressachse (X) bewegbaren Pressbacken (7);
- e) Umformung des Werkstücks (W) in der Radialpresse unter Verringerung mindestens zweier Radialabmessungen des Werkstückes durch Einwirkung der Pressbacken (7) auf dieses;
- f) Öffnen der Radialpresse;
- g) Entnehmen des umgeformten Werkstücks (W) aus der Radialpresse;
- h) Entnehmen des Stützkerns (12) aus dem Hohlraum des Werkstücks (W).
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Partikel der rieselfähigen Füllung (13) aus einem kompressiblen Material bestehen. 20
 3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Partikel der rieselfähigen Füllung (13) aus einem inkompressiblen Material bestehen. 25
 4. Verfahren nach Anspruch 2 oder Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** beim Umformen des hohlen polygonalen Werkstücks (W) die Packungsdichte der Partikel der rieselfähigen Füllung (13) gegen einen Widerstand gesteigert wird. 30
 5. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine aus Sand und mindestens einem die Druckfestigkeit und/oder die Fließfähigkeit modifizierenden chemischen Zusatz bestehende pastöse Füllung zum Einsatz kommt. 35
 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei Schritt e) der Abstand zwischen den Endplatten (11) zunimmt. 40
 7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei Schritt e) die Zugstruktur (12) gedehnt wird. 45
 8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei Schritt e) der Zuganker (15) gedehnt wird.
 9. Verfahren nach Anspruch 6 oder Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei Schritt e) mindestens eine der Zugstruktur (12) zugehörige Druckfeder (19) gestaucht wird. 50
 10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei Schritt h) die beiden Endplatten (11) zu unterschiedlichen Seiten aus dem Hohlraum des Werkstücks (W) entnommen werden. 55
 11. Stützkern zur Verwendung bei dem Verfahren nach Anspruch 1, umfassend zwei Endplatten (11), eine diese miteinander verbindende Zugstruktur (12) und eine zwischen den Endplatten aufnehmbare rieselfähige oder pastöse Füllung (13).
 12. Stützkern nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die rieselfähige Füllung (13) aus mineralischem Material besteht.
 13. Stützkern nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die rieselfähige Füllung (13) aus Keramik-Partikeln besteht.
 14. Stützkern nach einem der Ansprüche 11 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Zuganker (15) der Zugstruktur (12) mindestens an einem Endabschnitt mit einem Außengewinde versehen ist, mit welchem eine Spannmutter (17) zusammenwirkt.
 15. Stützkern nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die pastöse Füllung aus Sand und mindestens einem die Druckfestigkeit und/oder die Fließfähigkeit modifizierenden chemischen Zusatz besteht.
 16. Stützkern nach einem der Ansprüche 11 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Füllung (13) in einer nachgiebigen, z. B. membranartigen Hülle aufgenommen ist.

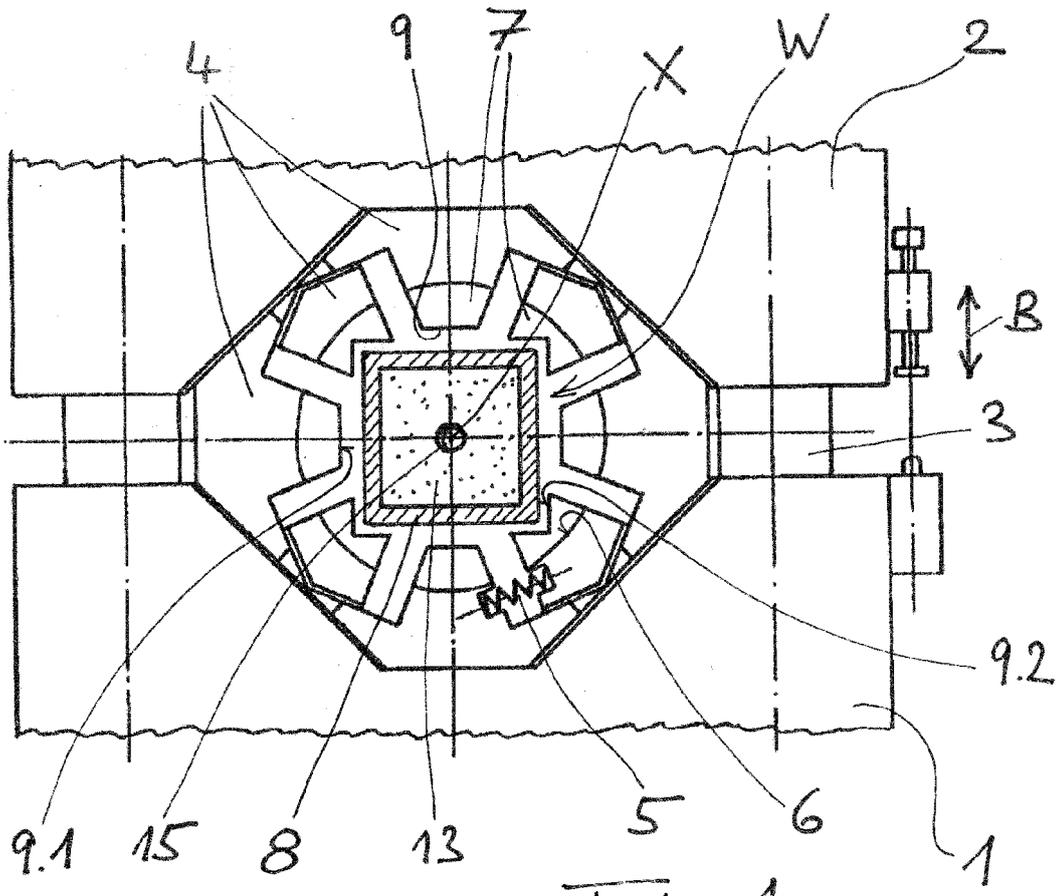


Fig. 1

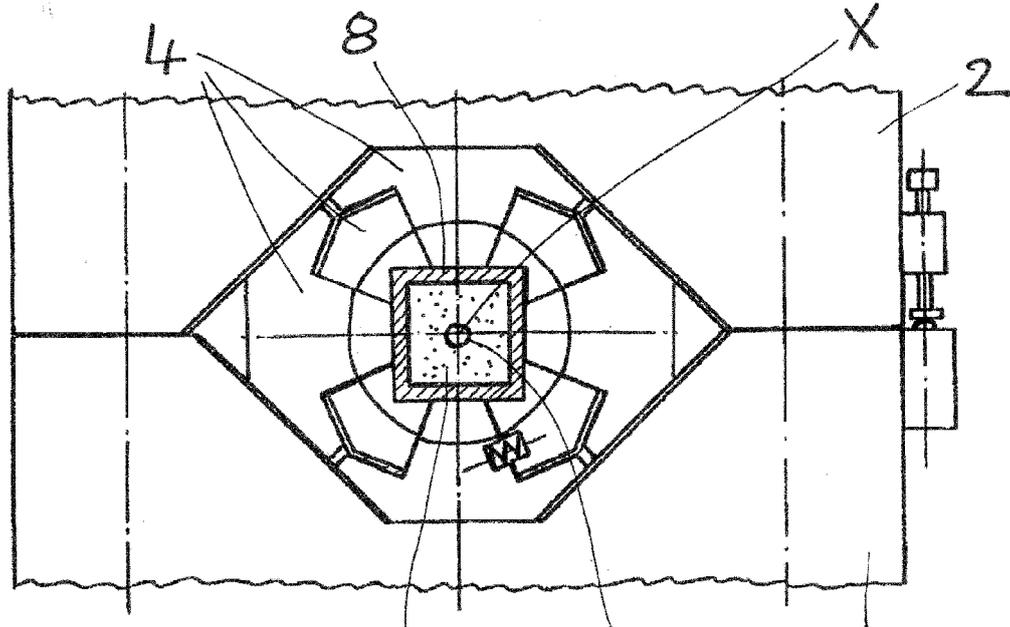


Fig. 2

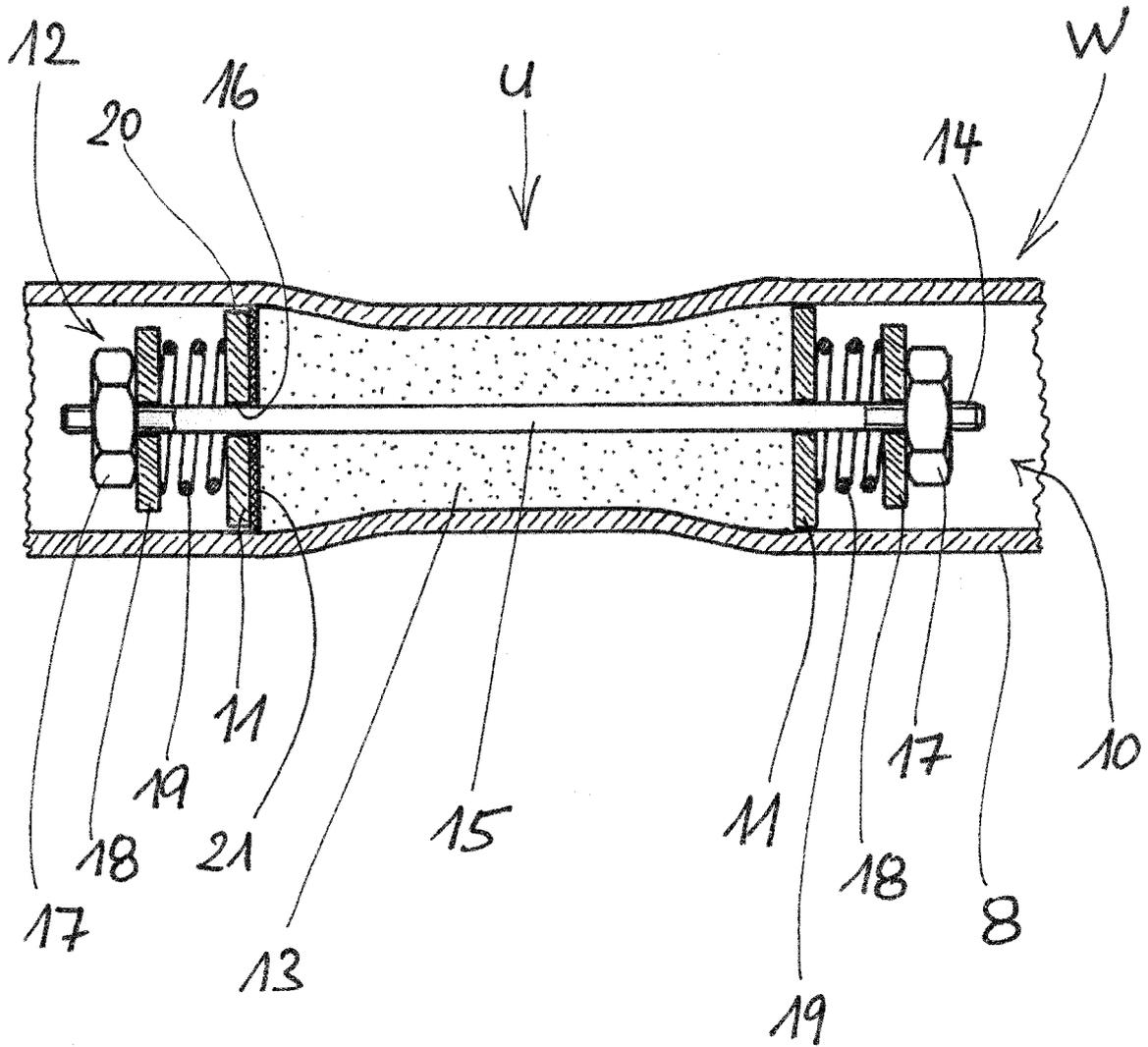


Fig. 3



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 23 17 7599

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X, D Y A	US 5 823 031 A (CAMPBELL LARRY D [US] ET AL) 20. Oktober 1998 (1998-10-20) * Spalte 6, Zeile 66 - Spalte 7, Zeilen 4, 22-57; Abbildungen 3-5 *	11, 14 6-10 1-5, 12, 13, 15, 16	INV. B21D9/15 B21D15/02 B21D41/04
X Y A	US 5 771 730 A (HUET JEAN-PAUL [FR]) 30. Juni 1998 (1998-06-30) * Spalte 4, Zeilen 1-18; Abbildung 10 *	11 12, 13, 15 1-10, 14, 16	ADD. B21D39/04
X, D A	JP 2002 113524 A (SUMITOMO METAL IND) 16. April 2002 (2002-04-16) * Absätze [0029] - [0043]; Abbildungen 1-3 *	11, 16 1-10, 12-15	
X A	GB 1 594 764 A (HITACHI LTD) 5. August 1981 (1981-08-05) * Abbildungen 4, 6 *	11, 14 1-10, 12, 13, 15, 16	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
X Y A	US 2013/125608 A1 (MEINERS CARL [US] ET AL) 23. Mai 2013 (2013-05-23) * Absätze [0087], [0091]; Ansprüche 10, 11; Abbildungen 3, 6, 19, 20 *	1 2-10 11-16	B21D B21C B21K
Y, D A	DE 10 2012 205855 A1 (GM GLOBAL TECH OPERATIONS INC [US]) 18. Oktober 2012 (2012-10-18) * Absätze [0032], [0033], [0039], [0043] - [0045]; Abbildungen 1-4 *	2-5, 12, 13, 15 1, 6-11, 16	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 20. September 2023	Prüfer Vassoille, Philippe
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

1
EPO FORM 1503 03.82 (F04C03)

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

EP 23 17 7599

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

20-09-2023

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	US 5823031 A	20-10-1998	KEINE	
15	US 5771730 A	30-06-1998	CA 2213687 A1	28-02-1998
			DE 69723172 T2	15-04-2004
			EP 0826440 A1	04-03-1998
			ES 2202563 T3	01-04-2004
			FR 2752756 A1	06-03-1998
20			JP H1085844 A	07-04-1998
			KR 19980019153 A	05-06-1998
			US 5771730 A	30-06-1998
	JP 2002113524 A	16-04-2002	KEINE	
25	GB 1594764 A	05-08-1981	KEINE	
	US 2013125608 A1	23-05-2013	KEINE	
30	DE 102012205855 A1	18-10-2012	CN 102728704 A	17-10-2012
			DE 102012205855 A1	18-10-2012
			US 2012260709 A1	18-10-2012
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 102012205855 A1 **[0003]**
- JP 2002113524 A **[0004]**
- US 5823031 A **[0005]**
- DE 102011015706 A1 **[0022]**